



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“CREACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS TANQUES DE GUERRA AMX-13 MODELO VCI”

**DURANGO AVALOS HENRY DANILO
VALLEJO VIQUE ALEX RAUL**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2015

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2014-10-15

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**DURANGO AVALOS HENRY DANILO
VALLEJO VIQUE ALEX RAUL**

Titulada:

**“CREACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS
TANQUES DE GUERRA AMX-13 MODELO VCI”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Marco Santillán Gallegos
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Julio Carrasco.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Vinicio Morales.
ASESOR DE TESIS

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: DURANGO AVALOS HENRY DANILO

TÍTULO DE LA TESIS: **“CREACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS TANQUES DE GUERRA AMX-13 MODELO VCI”**

Fecha de Examinación: 2015-08-19

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Dr. Mario Audelo PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Julio Carrasco DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Vinicio Morales ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Dr. Mario Audelo
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: VALLEJO VIQUE ALEX RAUL

TÍTULO DE LA TESIS: **“CREACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS TANQUES DE GUERRA AMX-13 MODELO VCI”**

Fecha de Examinación: 2015-08-19

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Dr. Mario Audelo PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Julio Carrasco DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Vinicio Morales ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Dr. Mario Audelo
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Henry Danilo Durango Avalos

Alex Raúl Vallejo Vique

DEDICATORIA

El desarrollo de esta tesis se lo dedico a mis padres por todo su amor, su orientación y apoyo incondicional, a mis hermanos por ser los mejores compañeros de vida, y a toda mi familia por toda la confianza y apoyo que han hecho que pueda alcanzar esta meta.

Henry Danilo Durango Avalos

El presente trabajo de tesis se lo dedico a mis padres y hermano por brindarme su afecto y cariño, por su apoyo incondicional durante toda mi vida, por depositar sus esfuerzos en mi formación profesional, y a toda mi familia por siempre confiar en mí y de esa manera motivarme a seguir luchando para conseguir mi sueño de terminar la carrera que siempre anhele.

Alex Raul Vallejo Vique

AGRADECIMIENTO

Principalmente quiero agradecer a Dios por brindarme la dicha de una vida llena de aprendizaje, de experiencias con caídas y victorias, que me han permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación.

Quiero agradecer a mis padres por su esfuerzo incansable, por sus enseñanzas, que me han hecho valorar la importancia de la familia y del trabajo, porque sin ustedes nada de esto sería posible; a toda mi familia por el cariño y afecto entregado, lo que me ha hecho sentir completo.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme sus puertas y a todos los docentes, en especial al Director y Asesor de esta tesis, que han contribuido a forjar en mí un futuro competitivo y de éxito.

Al personal del Centro de Mantenimiento de Blindados por la colaboración en el desarrollo de esta tesis, que ha hecho de esta una grandiosa experiencia.

Henry Danilo Durango Avalos

Gracias a Dios por bendecirme con la familia que tengo, por proveerme de fe para poder superar cada reto que se me ha presentado; a mis amados padres por enseñarme el valor de la familia y el trabajo, por sus sabios consejos, a mi hermano por siempre estar junto a mí, a mis abuelitos, a toda mi familia por siempre guiarme al camino del bien, de la honestidad, gratitud y la justicia.

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a los docentes de la Escuela de Ingeniería Automotriz que supieron compartir sus conocimientos y guiarme en este proceso de formación, a mi Director y Asesor de tesis por brindarme su apoyo en el desarrollo de la misma, a los amigos que he conocido a lo largo de esta etapa por apoyarme cuando lo he requerido.

Al personal del Centro de Mantenimiento de Blindados por la apertura brindada en el desarrollo de la tesis, por compartirnos sus conocimientos y experiencias en el trabajo diario, por hacer de nuestra instancia en la institución muy amena.

Alex Raul Vallejo Vique

CONTENIDO

Pág.

1.	INTRODUCCIÓN	
1.1	Antecedentes	1
1.2	Justificación	2
1.2.1	<i>Técnica</i>	2
1.2.2	<i>Económica</i>	3
1.3	Objetivos	3
1.3.1	<i>Objetivo general</i>	3
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i>	3
1.4	Alcances.....	4
2.	MARCO TEÓRICO	
2.1	Estado del arte	5
2.2	Técnicas de mantenimiento para tanques de guerra	11
2.2.1	<i>Generalidades</i>	11
2.2.2	<i>Empleo de las unidades militares de mantenimiento</i>	11
2.2.2.1	<i>Mantenimiento en apoyo general</i>	11
2.2.2.2	<i>Mantenimiento en apoyo directo</i>	12
2.3	Tipos de mantenimiento	12
2.3.1	<i>Mantenimiento preventivo</i>	12
2.3.2	<i>Mantenimiento correctivo</i>	13
2.3.3	<i>Mantenimiento restaurativo</i>	14
2.4	Modos de mantenimiento y criterios de aplicación	15
2.4.1	<i>Mantenimiento con tiempo límite</i>	15
2.4.2	<i>Mantenimiento según verificación del estado</i>	15
2.4.3	<i>Mantenimiento con vigilancia del comportamiento</i>	16
3.	DESCRIPCIÓN DEL TANQUE AMX-13 MODELO VCI	
3.1	Generalidades	17
3.2	Chasis	18
3.3	Suspensión y tren de rodadura	18
3.3.1	<i>Barras de torsión y brazo de suspensión</i>	19
3.3.2	<i>Rueda de rodadura</i>	19
3.3.3	<i>Rodillos</i>	20
3.3.4	<i>Mecanismo de tensión</i>	20
3.3.5	<i>Rueda de tensión</i>	21
3.3.6	<i>Rueda motriz</i>	21
3.3.7	<i>Oruga</i>	21
3.3.8	<i>Circuito de engrase de la suspensión</i>	22
3.3.9	<i>Amortiguadores</i>	22
3.3.10	<i>Tope fijo y tope flexible</i>	22
3.4	Motor	23
3.4.1	<i>Lubricación</i>	26
3.5	Embrague.....	27
3.6	Convertidor.....	27
3.7	Eje delantero	28
3.7.1	<i>Caja de velocidades</i>	28
3.7.2	<i>Diferencial</i>	29
3.7.3	<i>Circuito de lubricación</i>	29
3.7.4	<i>Frenos laterales de bandas secas</i>	30

3.8	Reductor.....	30
3.9	Mandos.....	31
3.10	Equipo eléctrico.....	32
3.10.1	<i>Baterías y alternador.</i>	32
3.10.2	<i>Cableado.</i>	33
3.10.3	<i>Interruptores.</i>	33
3.10.4	<i>Caja de regulación.</i>	35
3.10.5	<i>Tablero de instrumentos eléctricos.</i>	36
3.10.6	<i>Actuadores eléctricos.</i>	38
3.11	Dispositivo contra incendios.....	39
3.12	Equipo de comunicación.....	41
4	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	
4.1	Organización del centro de mantenimiento de blindados.....	42
4.1.1	<i>Organigrama.</i>	42
4.1.2	<i>Procedimientos dentro del CEMAB.</i>	42
4.1.3	<i>Distribución de las instalaciones del CEMAB.</i>	45
4.1.4	<i>Equipos y herramientas.</i>	48
4.2	Registro vehicular.....	49
4.3	Sistema integrado de seguridad.....	50
4.3.1	<i>Seguridad laboral.</i>	51
4.4	Encuesta al personal.....	54
4.4.1	<i>Tamaño de la muestra.</i>	57
4.4.2	<i>Tabulación de la encuesta.</i>	59
4.5	Evaluación de la situación actual.....	65
5	DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	
5.1	Registro vehicular.....	67
5.2	Ejecución y flujo de registros.....	68
5.3	Tareas de mantenimiento.....	73
5.4	Stock de repuestos.....	75
5.5	Órdenes de trabajo.....	75
5.6	Informes.....	75
6	DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE	
6.1	Análisis.....	77
6.1.1	<i>Requerimientos del proyecto.</i>	78
6.2	Estudio de factibilidad.....	81
6.2.1	<i>Determinación de recursos.</i>	81
6.2.2	<i>Factibilidad técnica.</i>	83
6.2.3	<i>Factibilidad operativa.</i>	84
6.3.	Análisis de riesgos.....	84
6.4	Herramientas empleadas para el sistema.....	86
6.5	Desarrollo de la base de datos.....	88
6.6	Implementación.....	88
6.6.1	<i>Funcionamiento.</i>	88
6.6.2	<i>Manual de usuario.</i>	89
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
7.1	Conclusiones.....	90
7.2	Recomendaciones.....	90

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

Pág.

1	Especificaciones técnicas motor Deutz F8L413F.....	24
2	Dimensiones motor Deutz F8L413F	25
3	Tanques AMX-13 VCI BCB No 11 "Galápagos"	50
4	Resultado de la encuesta	59
5	Pregunta 1	60
6	Pregunta 2.....	60
7	Pregunta 3.....	61
8	Pregunta 4.....	62
9	Pregunta 5.....	62
10	Pregunta 6.....	63
11	Pregunta 7.....	64
12	Pregunta 8.....	64
13	Pregunta 9.....	65
14	Lista de chequeo	74
15	Reporte de trabajo.....	76
16	Hardware existente.....	81
17	Hardware requerido.....	82
18	Software existente	82
19	Software requerido	82
20	Personal técnico existente.....	82
21	Personal técnico requerido	83
22	Identificación de riesgos	84
23	Análisis del riesgo.....	85
24	Asignación de porcentaje	85
25	Perfiles de acceso al sistema	89

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Tipos de mantenimiento	14
2	Tanque AMX-13 VCI.....	17
3	Suspensión y tren de rodadura.....	18
4	Brazo de suspensión con barra de torsión.....	19
5	Rueda de rodadura.....	19
6	Rodillo desmontado.....	20
7	Rodillo montado.....	20
8	Mecanismo de tensión.....	20
9	Rueda de tensión	21
10	Rueda motriz	21
11	Oruga	22
12	Amortiguador	22
13	Tope fijo.....	23
14	Tope flexible	23
15	Motor Deutz F8L413F	23
16	Dimensiones motor Deutz F8L413F	24
17	Vista en corte del motor.....	25
18	Rango de temperatura aceite motor	26
19	Embrague acoplado al motor.....	27
20	Embrague desmontado	27
21	Convertidor acoplado al embrague.....	28
22	Eje delantero desmontado.....	28
23	Circuito de lubricación	30
24	Freno lateral de banda seca	30
25	Reductor desmontado	31
26	Mandos puesto del conductor.....	32
27	Conexión de baterías.....	33
28	Cableado con tomas fijas	33
29	Interruptor general	33
30	Tablero de instrumentos	34
31	Caja de regulación desmontada	35
32	Conexiones caja de regulación.....	35
33	Tablero de instrumentos	36
34	Horometro	37
35	Faro y luz guía delanteros	38
36	Luces posteriores	38
37	Sirena.....	39
38	Mando de activación extintor	40
39	Dispositivo contra incendios	40
40	Equipo de comunicación.....	41
41	Organigrama del CEMAB	42
42	Diagrama de procesos de mantenimiento	43
43	Área 1 CEMAB.....	45

44	Oficinas administrativas	45
45	Bodega de lubricantes	46
46	Área mantenimiento chasis.....	46
47	Área de soldadura.....	47
48	Tanques restaurados	47
49	Taller pintura	47
50	Puente grúa	48
51	Equipos de soldadura	49
52	Extintor	49
53	Mapa de procesos SIS	50
54	Señalética de seguridad	52
55	Equipo contra incendios	53
56	Señalética de precaución	53
57	Señalética de acción obligatoria	53
58	Señalética de prohibición.....	53
59	Señalizaciones	54
60	Pregunta 1	60
61	Pregunta 2.....	60
62	Pregunta 3.....	61
63	Pregunta 4.....	62
64	Pregunta 5.....	62
65	Pregunta 6.....	63
66	Pregunta 7	64
67	Pregunta 8.....	64
68	Pregunta 9.....	65
69	Orden de trabajo.....	75
70	Diagrama cliente-servidor	86

LISTA DE ABREVIACIONES

CAL	Comando de Apoyo Logístico
AMX	<i>Atelier de Construction (Taller de la Construcción) d'Issy-les-Moulineaux</i>
CEMAB	Centro de Mantenimiento de Blindados
VCI	Vehículo de Combate de Infantería
UNE	Una Norma Española
EN	Norma Europea
INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
ISO	Internacional Standar Organisation
TPM	Mantenimiento Productivo Total
JIPM	Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas
RCM	Mantenimiento Centrado en Confiabilidad
PMO	Optimización del Mantenimiento Planeado
MIO	Optimización Integral del Mantenimiento
MPR	<i>Material Requirement Planning</i> (Planificación de Necesidad de Materiales)
BPM	<i>Business Process Management</i> (Gestión de Procesos de Negocios)
API	American Petroleum Institute (Instituto Americano del Petróleo)
CLR	Common Language Runtime (Lenguaje Común de Tiempo de Ejecución)
PQS	Polvo Químico Seco
CAN	Comunidad Andina de Naciones

LISTA DE ANEXOS

- A** Registro de vehículos blindados GCB 31, GCB32, GCB4.
- B** Diagrama de la base de datos.
- C** Manual de usuario.

RESUMEN

El presente trabajo se denomina “Creación y Automatización de un Plan de Mantenimiento para los Tanques de Guerra AMX-13 Modelo VCI”, el propósito del mismo es el de crear y automatizar un plan de mantenimiento con el desarrollo de un software para los vehículos blindados AMX-13 modelo VCI que se encuentran ubicados en la Brigada Blindada Nro.11 Galápagos, perteneciente al Ejército Ecuatoriano, localizada en la ciudad de Riobamba.

La investigación surge debido a los problemas que generaba llevar un registro de mantenimiento manual y a las necesidades específicas existentes en el Centro de mantenimiento de blindados (CEMAB), ésta se la realizó con el fin de alargar la vida útil de los equipos y sistemas del vehículo blindado además de mejorar el flujo de información que se genera en el mantenimiento de los vehículos.

La metodología que se utilizó fue de forma exploratoria, descriptiva, de observación, correlacional, las cuales fueron aplicadas tanto a la investigación de campo como a la investigación documental. El resultado al que se llegó fue la correcta automatización del plan de mantenimiento desarrollado en base a la metodología mencionada y a los requerimientos obtenidos a lo largo de la investigación.

En conclusión se realizó el desarrollo e implementación del software de manera que el mantenimiento de los vehículos blindados así como el manejo de información se ha optimizado. Finalmente se recomienda al personal que utilice el software, revisar el manual de usuario para aprovechar al máximo las funcionalidades del mismo.

ABSTRACT

This Investigation is called "Creation and Automation Maintenance Plan for the War Tanks AMX-13 VCI Model", its purpose is to create and automate a maintenance plan with the development of a software for armored vehicles AMX-13 VCI model, that are located in the Galapagos Armored Brigade No.11 belonging to the Ecuadorian Army, located in the city of Riobamba.

The investigation arises due to problems generated manually keep track of maintenance and the specific needs that exist in the Armored Maintenance Centre (AMC acronyms in Spanish of CEMAB), this is in order to extend the life of the equipment and vehicle systems shielded, and improves the flow of information generated in vehicle maintenance.

The methodology used was: exploratory, descriptive, observational, and correlational; which were applied in the field researches as documentary research. The result we reached was the correct automation of the maintenance plan developed based on the above methodology and requirements obtained throughout the investigation.

In conclusion, we made the development and implementation of the software so the maintenance of armored vehicles as the management of the information was improved. Finally, we recommend to the manpower that uses the software to check the user manual in order to advantage the features of it.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

A partir del año 1942 se empieza a adquirir por parte del estado Ecuatoriano vehículos blindados en vista de los avances en la tecnología bélica del continente. Los primeros vehículos adquiridos fueron de origen estadounidense llamados tanques Marmon Harrington, posteriormente la adquisición se la hizo a Francia. (Comando de Educación y Doctrina, 2011)

La llegada del material Francés, marca un hito en el desarrollo tecnológico de las Fuerzas Blindadas, pues, con él, llegan técnicos franceses, los que conforman un grupo de asistencia técnica de entrenamiento en la operación, uso del material y su mantenimiento.

Con la adquisición del material blindado Francés AMX-13 que se inicia a partir de 1972 hasta 1977, se consolida esta asistencia que por el lapso de cuatro años (hasta 1974), capacita al personal de conductores, artilleros, personal de comunicaciones, tripulaciones y personal de mantenimiento de las diferentes especialidades.

Se comienzan a distinguir y se crean los conceptos de los niveles de mantenimiento blindado, habiéndose realizado hasta ese entonces, únicamente el mantenimiento de I y II escalón, es decir el mantenimiento preventivo de las Unidades.

A partir del año 1978, y durante tres años, técnicos de la denominada “Misión Francesa” dictan sus cursos de mantenimiento de III y IV escalón, dando lugar a la creación del Taller de Mantenimiento de III y IV escalón blindado bajo el control del CAL-11 de la Brigada.

Luego de este desarrollo, se dispone la ejecución del proyecto de adaptación de nuevos motores diésel en sustitución de los de gasolina originales, de todos los vehículos blindados AMX-13 que dispone la Fuerza Terrestre, entre los que se encuentran:

- AMX-13 105 (Cañón de 105 mm),

- AMX-13 155 (Artillería autopropulsada de 155 mm),
- AMX-13 RATAC (Radar táctico),
- AMX-13 PC (Puesto de mando),
- AMX-13 PM (Porta-morteros),
- AMX-13 VCI (Transporte de tropas),
- AMX-13 M-55 (Vehículo recuperador).

El ejército, ante la necesidad de integrar las armas de caballería y fuerzas blindadas, decidió fusionarlas y formar una sola. Esta idea se materializó en la orden de Comando General Nro 11 en 1985 y tomó el nombre de “Caballería Blindada”; desde ese año hasta la actualidad la caballería blindada sigue siendo un arma fundamental dentro de la organización y la estructura del ejército. (Comando de Educación y Doctrina, 2011)

Se creó entonces el Centro de Mantenimiento Blindado “CEMAB”, que permite la conservación de todo el material blindado de la Fuerza Terrestre; habiéndose conformando con un grupo de técnicos militares altamente capacitados para la ejecución de trabajos de IV y V escalón con herramientas, equipamiento y maquinaria moderna. (PROCEL S., 2001)

El CEMAB del ejército ecuatoriano no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo y correctivo que incluya un software para realizar las fichas de mantenimiento tanto preventivo como correctivo y sistemas de procedimientos operativos con que se debería contar para el adecuado y oportuno mantenimiento de los tanques de guerra.

Es importante destacar que en la actualidad toda empresa que cuente con maquinaria debe tener un plan de mantenimiento preestablecido a través de la utilización de diferentes tipos de software, que permiten llevar un control mejorado de las operaciones.

Las tareas de mantenimiento de equipos y maquinarias requieren de herramientas especializadas que permitan llevar a cabo las operaciones necesarias planificadas de manera óptima, precisa y lo más importante de manera digital para así garantizar que el mantenimiento sea oportuno y adecuado.

1.2 Justificación

1.2.1 Técnica. Con el conocimiento previo de que en el CEMAB del Ejército Ecuatoriano no se cuenta con un sistema desarrollado de manera digital que permita

saber en qué momento un determinado equipo requiere mantenimiento, se propone como solución a este inconveniente el desarrollo de un Plan de Mantenimiento que incluya un Software para alertar al personal sobre los equipos que requieran el mantenimiento.

La implementación de un plan de mantenimiento que incluya un software permitirá llevar un control del estado de operación de los tanques de guerra del Ejército Ecuatoriano de la rama de Caballería Blindada entendiéndose por estos los tanques de guerra AMX-13 modelo VCI, también se logrará una organización que muestre con antelación las operaciones y procesos necesarios para los equipos y sistemas que conforman los vehículos blindados; se obtendrá con esto una administración de los recursos para optimizar la eficiencia y eficacia de todos los recursos que intervienen en el CEMAB del Ejército Ecuatoriano.

1.2.2 Económica. La implementación del Plan de Mantenimiento minimizará el consumo de recursos, y lo que es más, reducirá el tiempo empleado para el mantenimiento de cada uno de los tanques de guerra por parte del personal técnico.

Es importante el mencionar que los técnicos a cargo del mantenimiento de los tanques tendrán un tiempo prudencial desde que el software alerte sobre el mantenimiento que requieran ciertos elementos mecánicos hasta la fecha misma en que se realice el mantenimiento a los mismos.

Además se contará con un registro más ordenado ya que no solo se contara con documentación física sino también con documentación digital, que es más fácil de almacenar y ordenar, por tanto cuando se amerite control y verificación de la misma será fácilmente ubicada.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Desarrollar un plan de Mantenimiento que incluya un software para los tanques de guerra AMX-13 del tipo VCI del CEMAB del Ejército Ecuatoriano.

1.3.2 Objetivos específicos

- Aplicar técnicas de recolección de datos como parte de la recopilación de información.

- Desarrollar el plan de mantenimiento en base a la información recopilada de los tanques de guerra.
- Desarrollar un sistema informático para automatizar el plan de mantenimiento.
- Implementar el software en el CEMAB del Ejército Ecuatoriano.

1.4 Alcances

El presente proyecto está dirigido para ser implementado en la Brigada Blindada No.11 Galápagos, perteneciente al Ejército Ecuatoriano, localizada en la ciudad de Riobamba y está orientado para prestar el servicio de mantenimiento por medio de la implementación de un software para los tanques de guerra Tipo AMX-13 modelo VCI.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

El papel del mantenimiento es incrementar la confiabilidad de los sistemas de producción o del equipo al realizar actividades, tales como planeación, organización, control y ejecución de métodos de conservación de los equipos, y sus funciones van más allá de las reparaciones. Su valor se aprecia en la medida en que estas disminuyan como resultado de un trabajo planificado y sistemático con apoyo y recursos de una política integral de los directivos.

Los elementos comunes encontrados en los países nórdicos indican que la gestión de mantenimiento necesita tener unos parámetros comunes para su buen funcionamiento, tales como definir unos objetivos claros para la toma de decisiones, planear y controlar las actividades relevantes de mantenimiento, entrenar e investigar mucho alrededor de la gestión tecnológica de mantenimiento, etc. (MORA GUTIERREZ, 2009)

La Norma Europea UNE-EN 13306:2011 define dos tipos principales de mantenimiento, el Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento correctivo, también conocido como mantenimiento de ruptura, se realiza cuando se toman medidas para restablecer las capacidades funcionales cuando el sistema ha fallado, es decir consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos.

El mantenimiento preventivo es un conjunto de acciones planificadas, destinadas a la prevención de averías y fallos. El mantenimiento preventivo realiza tareas para evitar el fracaso, para detectar la aparición de insuficiencia y descubrir fallos ocultos.

El mantenimiento preventivo está diseñado para preservar y mejorar la fiabilidad del equipo mediante la sustitución de los componentes desgastados antes de que realmente fallen, pero tratando de no incurrir en gastos excesivos innecesarios al momento de realizar estas acciones (THEIN, y otros, 2014).

Dentro del mantenimiento correctivo se manejan dos tipos de mantenimiento: el paliativo, que consiste en un arreglo o reparación provisional del fallo producido con el fin de seguir trabajando, y el curativo que consiste en la reparación definitiva del fallo.

Para el mantenimiento preventivo igualmente se manejan dos tipos de mantenimiento, el sistemático el cual se realiza conforme a un criterio preestablecido donde se consideran una planificación sistemática de sustitución de elementos o una planificación sistemática de revisiones; y el mantenimiento Condicional el cual basa su aplicación en función de la evolución de un parámetro medido y de los límites de alertas y alarmas establecidas. En este mantenimiento se realizan dos tipos de controles, un control periódico en el cual a través de revisiones programadas para la detección de anomalías; y un control continuo el cual mediante equipos de control se vigilan los parámetros preestablecidos (ALBERTOS C., 2012).

La prolongación o la recuperación de las funciones de la maquinaria están directamente relacionadas con el mantenimiento. Sus objetivos son prevenir eventos indeseables y evitarlos, recobrar para el servicio los mecanismos que han fallado y, en general, asegurar la disponibilidad apropiada. La función que cumple mantenimiento es la de procurar el buen estado de los equipos para la adecuada función de producir bienes en las organizaciones, mediante la sistematización de la información como el medio eficaz para el buen desempeño de la organización (MORA GUTIERREZ, 2009).

Actualmente las organizaciones requieren de procesos que permitan maximizar la disponibilidad de sus activos físicos y minimizar los paros imprevistos, de tal forma que puedan reducir al máximo sus costos. La optimización del mantenimiento propuesta por diferentes organizaciones plantea implementar planes estratégicos corporativos, con un enfoque para realizar sus funciones en un marco conceptual integral, sistemático, estructurado y global, en otras palabras instaurando políticas empresariales. (GARCÍA P., 2012)

El objeto de una política de mantenimiento es la de utilizar técnicas modernas para conservar un sistema en un estado determinado de funcionalidad durante el mayor tiempo posible para la que fue diseñado el sistema, evitando así con estas acciones la degradación del mismo con el fin de evitar la inutilización del mismo por fallas que se dan en el transcurso de su vida útil (DOOSTPARAST, y otros, 2013), es por esto que las tendencias de la gestión de mantenimiento han variado de forma significativa.

Gracias a la multitud de estrategias desarrolladas, con el fin de brindar servicios de mantenimiento dentro las empresas, es que ha surgido la necesidad de estudiar cada técnica aplicada para examinar si su implantación dependiendo de los objetivos que se deseen alcanzar y con la visión de desarrollarla y mejorarla apuntando a su aplicación real. (GARCÍA, 2010) Las más destacadas dentro de los últimos cuarenta años son las cuatro siguientes:

- Mantenimiento productivo total (TPM)

El Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIPM) define al TPM en los siguientes términos “El TPM se orienta a maximizar la efectividad de los equipos (mejorar la eficacia y la eficiencia global) implantando un modelo de mantenimiento productivo de alcance amplio, que cubre la vida entera de la maquinaria, involucrando todas las áreas vinculadas con los equipos (planificación, producción, mantenimiento, etc.) con la participación total del personal, desde la alta dirección hasta los operarios de bajo nivel, para promover el mantenimiento productivo a través de la gestión, de la motivación, o las actividades de pequeños grupos voluntarios”.

- Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM)

El RCM es una metodología diseñada por la aviación militar en la USA. Su fin último es ayudar al personal de mantenimiento, a definir la mejor practica para garantizar la confiabilidad de la función de los activos fijos, y para manejar los efectos de sus fallas; es un enfoque sistémico para diseñar planes y programas que aumenten la confiabilidad de los equipos con un mínimo costo y riesgo, el resultado de cada análisis de RCM, es una lista de responsabilidades de mantenimiento que permiten aumentar la efectividad, confiabilidad, disponibilidad, y rendimiento operativo del equipo, con un alto nivel de eficacia.

El éxito del RCM se debe a que permite establecer los requerimientos necesarios de los distintos sistemas en su contexto operacional. Por lo anterior, el RCM se convierte hoy en día, en una estrategia principal de las empresas de Clase Mundial.

- Optimización del mantenimiento planeado (PMO)

Es un método diseñado para revisar los requerimientos de mantenimiento, el historial de fallas y la información técnica de los activos en operación. La optimización del

mantenimiento planeado, permite diseñar un marco de trabajo racional y rentable, cuando el Mantenimiento Preventivo se ha consolidado y la planta se mantiene bajo control. Esto implica buena experiencia en hacer mantenimiento planeado. A partir de ahí, la mejora se puede alcanzar fácilmente con una adecuada asignación de recursos, y enfocar los esfuerzos del personal en sus limitaciones operativas.

- Optimización integral del mantenimiento (MIO)

Consiste en la optimización de un programa de confiabilidad operacional en el que se establece un plan estratégico que permita la creación de un clima organizacional clave para el éxito. El proyecto debe iniciar con una conveniente revisión y planeación de actividades, debe apoyarse en los últimos avances tecnológicos, y debe concluir con la integración de varias herramientas estratégicas. (GARCÍA P., 2012)

Con el avance de la tecnología de la información, las empresas han invertido gran cantidad de recursos en la implementación de sistemas de información que sin duda traen mayores expectativas de mejora de la eficiencia operativa.

Desde el punto de vista de gestión de la calidad, la calidad de los sistemas de información o software utilizado por las empresas, también emerge como una parte importante a ser desarrollada. La implementación de sistemas informáticos eleva el nivel de desempeño de las operaciones por lo tanto surgen a su vez sugerencias útiles para los administradores que buscan mejorar su calidad y productividad. (LI, y otros, 2013)

Inicialmente el principal uso de software en entornos industriales era para la gestión de inventarios. Luego se empezó a prestar más atención al uso de software para lo que en ingles se conoce como MPR (*Material Requirement Planning*), lo que en una correcta traducción se puede entender como Planificación de Necesidad de Materiales.

Seguidamente surge el concepto de MRP (*Manufacturing Resources Planning*, Planificación de los Recursos para la Producción) que rápidamente evoluciona al MRP-II el cual fue ampliado para abarcar áreas como Ingeniería, Finanzas, Recursos Humanos, Gestión de Proyectos, etc.; es decir a la totalidad de las funciones desarrolladas dentro de una empresa. Estos aplicativos computacionales en su estructura básica se componen de módulos que varían en número y complejidad dependiendo de la aplicación práctica. (MÉNDEZ G., 2011)

Es básico que el sistema tenga en cuenta sus requerimientos de usuario final; la facilidad de uso de las pantallas, el paso de unas sesiones a otras, la facilidad para usar la búsqueda de datos en el sistema, los formatos habitualmente establecidos, etc. Deben ser aspectos a tener muy en cuenta y sobre los que hay que dar la máxima participación a dichos usuarios finales para que, desde el principio hagan suyo el nuevo sistema. Si además su gestión de mantenimiento tiene formatos y flujos de información que, seguramente y tras mucho tiempo de esfuerzo, les funcionan a la perfección es necesario sin lugar a dudas que el nuevo sistema se adecue a lo ya establecido cuando ello sea óptimo, y, sobre todo, cuando sea requerido por los mandos intermedios y oficiales que van a utilizar el sistema (GONZALEZ FERNANDEZ, 2011).

Las personas que trabajan en y alrededor de procesos de negocio, a menudo se ven obligadas a interactuar con múltiples sistemas existentes, incluyendo paquetes de aplicaciones. Coordinar este embrollo se ha convertido en un sumidero de recursos de productividad en nuestro mundo de cada día. Los paquetes de aplicaciones y los sistemas fijos no pueden adecuarse de forma rápida a las necesidades individuales de ninguna persona en particular.

La gente cambia de unos sistemas de aplicaciones a otros y tiene que encontrar la forma de que funcionen para ellos. Es por esto que en la actualidad organizaciones de todo el mundo utilizan herramientas y tecnologías BPM por sus siglas en inglés que significan: "Business Process Management", cuya traducción es gestión de procesos de negocio. Es un conjunto de métodos, herramientas y tecnologías utilizados para diseñar, representar, analizar y controlar procesos de negocio operacionales.

BPM es un enfoque centrado en los procesos para mejorar el rendimiento que combina las tecnologías de la información con metodologías de proceso y gobierno. BPM es una colaboración entre personas de negocio y tecnólogos para fomentar procesos de negocio efectivos, ágiles y transparentes.

BPM abarca personas, sistemas, funciones, negocios, clientes, proveedores y socios. La tecnología BPM es el resultado de muchos años de experiencia en desarrollo y aplicación; el producto de los avances más actuales en sistemas y procesamiento de información; la cumbre de todas las arquitecturas, lenguajes y protocolos informáticos.

La tecnología BPM constituye un gran avance, y un nuevo paradigma en cuanto a flexibilidad, gestión y control de información y datos. BPM, como práctica de gestión

integral, es el resultado de la combinación de avances técnicos con métodos y prácticas establecidos, de un modelo empresarial centrado en el proceso. Las compañías implementan BPM como una forma de mejorar determinados procesos. Normalmente, no se trata de entornos de procesos completos o cadenas de valor, sino subprocesos dentro de una cadena de valor. Gracias a BPM, el encargado de procesos se ahorra la complejidad de lidiar con sistemas diferentes y alinea el trabajo que tiene que realizar y las herramientas que necesita a través de un único entorno de procesos personalizado. (GARIMELLA, y otros, 2008)

Con lo anteriormente citado se posee un conocimiento más claro y conciso de las actividades que implican el mantenimiento, como son planeación, organización, control y ejecución de métodos para evitar daños en la maquinaria que en nuestro caso de vehículos blindados, ya que en la actualidad las tareas de mantenimiento no solo son responsabilidad de los técnicos y consisten solo en reparaciones sino de todos los integrantes de un departamento de mantenimiento mediante la correcta planificación de dichas actividades.

De acuerdo a lo investigado se han encontrado dos tipos de mantenimiento principales que son el preventivo y correctivo. El primero consiste en acciones planificadas de mantenimiento con el fin de evitar al mínimo el fallo de equipos o la presencia de averías, con esto además se logra extender la vida útil de los equipos o maquinaria, aumentar la fiabilidad de y tener siempre disponibilidad de los mismos. El segundo tipo de mantenimiento denominado correctivo consiste en localizar averías y fallos, una vez localizados los mismos debieran ser corregidos y reparados

Con la investigación se ha establecido que los tipos y subtipos de mantenimiento que se mencionan anteriormente son los que se deberían implementar en el CEMAB ya que representan las situaciones y acciones que se suscitan en los vehículos blindados, por lo tanto se necesitara una adaptación en función de las necesidades.

Con el análisis de las estrategias del mantenimiento, se ha tomado en cuenta que deben formar parte del proceso de mantenimiento que se lleva a cabo en el CEMAB, una mezcla de las principales características adaptables del mantenimiento productivo total que consiste en maximizar la efectividad de los equipos, involucrando a todas las áreas del mantenimiento, el mantenimiento centrado en confiabilidad que consiste en ayudar al personal de mantenimiento a establecer la mejor practica para garantizar la confiabilidad de los equipos a través de establecer los requerimientos necesarios para

el efecto y la optimización del mantenimiento planeado que se trata de revisar los requerimientos del mantenimiento tales como historial de fallas, información técnica con el objeto de mantener bajo control el proceso de mantenimiento.

Con el fin de mejorar la eficiencia operativa del mantenimiento de los vehículos blindados es necesario el desarrollo de un software en el que los requerimientos de usuario final sean diseñados de acuerdo a las actividades que se realizan en el CEMAB y de acuerdo al flujo de información que los mismos manejen, es decir la facilidad de uso de las pantallas, el paso de unas sesiones a otras, la facilidad para usar la búsqueda de datos en el sistema, los formatos habitualmente establecidos con el fin de mejorar la gestión de la información.

2.2 Técnicas de mantenimiento para tanques de guerra

2.2.1 Generalidades. El mantenimiento consiste en los trabajos o las acciones que permiten mantener o restablecer un bien a un estado específico o para asegurar un servicio determinado. (TORRES, 2010)

Las técnicas de mantenimiento han variado de acuerdo a los requerimientos que han presentado los sistemas de defensa a través de los años, es así que se podrían distinguir tres generaciones: En la primera se realizaban las operaciones al momento de presentarse un fallo, en la segunda se empezaron a llevar a cabo trabajos controlados a partir de una planificación y los de tercera generación que son los actualmente empleados, son los cuales en los se tiene un monitoreo de las condiciones además de estudios de funcionamiento calidad y riesgos los cuales además son llevados a cabo por personal capacitado.

2.2.2 Empleo de las unidades militares de mantenimiento. Para el desarrollo de una misión de apoyo, las Unidades Logísticas a través de sus unidades de mantenimiento, pueden ser empleados en dos formas: en Apoyo General y en Apoyo Directo.

2.1.2.1 Mantenimiento en apoyo general. Son las actividades o trabajos que proporciona una unidad logística a través de sus unidades de mantenimiento con su propio personal, equipo, herramientas y en sus propias instalaciones, a todo el material recibido de las unidades apoyadas en cada jurisdicción militar y que necesita ser reparado o recuperado.

El mantenimiento de apoyo general realiza trabajos específicos de mantenimiento, efectúa la atención y todos los trabajos que se requieran al material recibido, aun cuando pueden establecer prioridades en la ejecución misma de acuerdo a la situación. Los elementos de mantenimiento de los Batallones-Grupo y Unidades Independientes, no están en capacidad de ejecutar esta forma de apoyo. Efectúan únicamente los trabajos correspondientes al mantenimiento preventivo.

2.2.2.2 Mantenimiento en apoyo directo. Son las actividades o trabajos específicos que realizan las unidades de mantenimiento, en las instalaciones de las unidades subordinadas en cada jurisdicción militar, con elementos específicos como equipos, herramientas, y repuestos, y directamente en el material o equipo que necesita ser reparado.

Los elementos de apoyo directo que se conforman, son designados, del mismo personal que en forma normal realiza el mantenimiento de apoyo general. Puede ser realizado por equipos móviles que se conforman de acuerdo a los requerimientos o trabajos a ser ejecutados, y que se trasladan a las instalaciones de las unidades solicitantes donde se encuentran los materiales (armas, vehículos, maquinarias) que necesitan una actividad específica de mantenimiento.

Los Batallones Logísticos, de igual manera, a pedido, proporcionan el mantenimiento de apoyo directo a los CAL de Brigada. Los CAL de Brigada, también proporcionan a pedido, mantenimiento de apoyo directo a las unidades logísticas del Batallón-Grupo y Unidades Independientes. (HARO, y otros, 2011)

2.3 Tipos de mantenimiento

Existen tres tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento restaurativo

2.3.1 Mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo es la ejecución planificada de un sistema de inspecciones periódicas, cíclicas y programadas y de un servicio de mantenimiento previsto como necesario, para aplicar a todas las maquinas

o equipos con el fin de disminuir los casos de emergencias y permitir un mayor tiempo de operación en forma continua. (TORRES, 2010)

En este ambiente el mantenimiento básico corresponde a la limpieza, inspección, medición, control, revisión visual, control de niveles, engrase, ajustes simples, entre otros. El mantenimiento preventivo basado en un mantenimiento programado, puede ejecutar trabajos adicionales de revisión, modificación o cambio de piezas según sean previstas en el tiempo, horas de trabajo, kilometraje, o según las condiciones elaboradas en el plan de mantenimiento.

Contempla además la inspección, revisión y diagnóstico según la sensibilidad de los tripulantes, adquirida con la experiencia del trabajo normal y cotidiano.

Dentro del mantenimiento programado se tienen dos categorías, las cuales son:

- Mantenimiento inspectivo. En este mantenimiento se realizan actividades básicas de verificación tales como inspecciones visuales, mediciones y pruebas simples.
- Mantenimiento conservativo. Contempla las operaciones principales del mantenimiento programado, las cuales son actividades como desmontaje, limpieza, lubricación, engrase, cambio de piezas.

2.3.2 *Mantenimiento correctivo.* Es el conjunto de acciones que se ejecutan después de la aparición de una avería y permite restablecer el estado de funcionamiento inicial. Se basa en el suceso de una falla parcial, o avería detectada por personal técnico y que necesita una reparación, cambio de partes, piezas o conjuntos, para poner a punto el sistema.

Entonces este tipo de mantenimiento consiste en ir reparando la las averías a medida que se van produciendo. El personal encargado de avisar de las averías es el propio usuario, y el encargado de realizar las revisiones y reparaciones es el personal de mantenimiento respectivo.

El principal inconveniente del mantenimiento correctivo es que se detecta la avería en el momento que necesita el equipo, ya sea esto al ponerlo en marcha o bien durante su utilización. (TORRES, 2010)

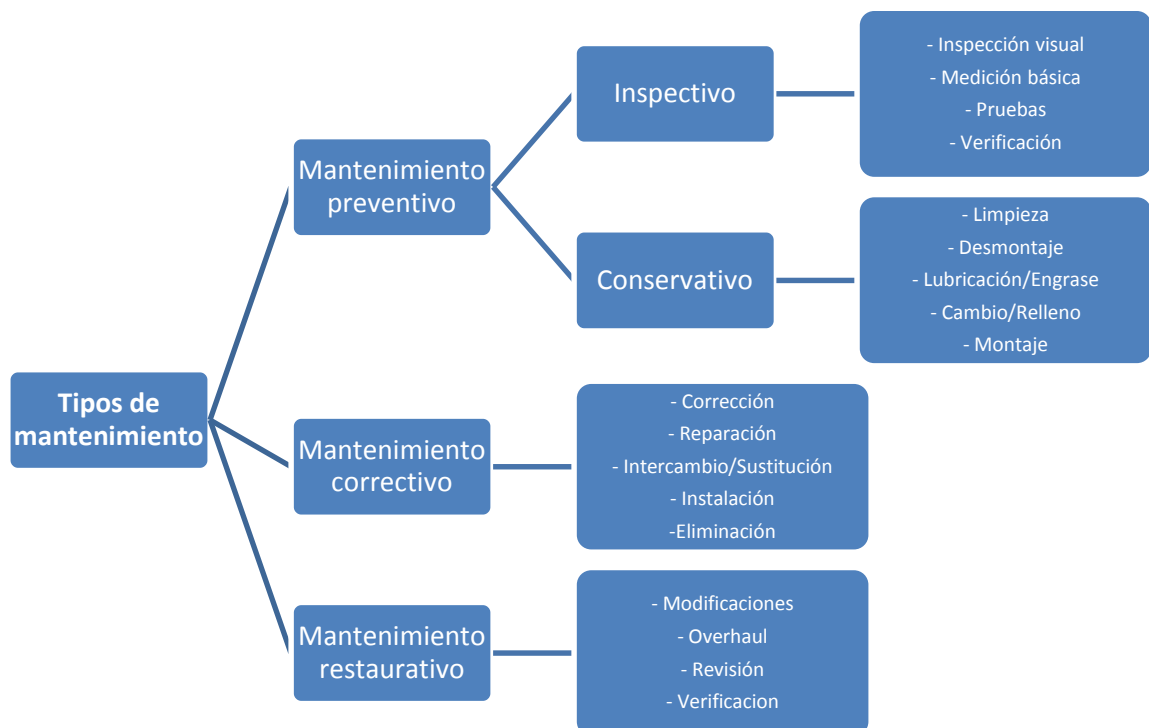
2.3.3 Mantenimiento restaurativo. Existe también un conjunto de tareas que permiten remediar definitivamente una anomalía o una situación previamente identificada y juzgada inaceptable, a pesar de las acciones de mantenimiento preventivo y correctivo. Este conjunto de acciones de restauración se realizan en un nivel más específico de trabajos.

El mantenimiento de restauración contempla trabajos de reconstrucción, rediseño, repotenciación, cambio de sistemas y conjuntos; generalmente realizados por unidades de mantenimiento superior, centros de mantenimiento, empresas fabricantes; y es ejecutado por personal especialista en base a las especificaciones de fabricación y diseño.

Este mantenimiento también tiene como objetivo obtener un mejor rendimiento del conjunto de acuerdo a los requerimiento del trabajo que se desea realizar, o bien para obtener un beneficio en la sencillez y rapidez de la reparación.

En la Figura 1 que se muestra a continuación está el resumen de los tipos de mantenimiento y las actividades que se realiza en cada uno de ellos.

Figura 1. Tipos de mantenimiento



Fuente: CEMAB

2.4 Modos de mantenimiento y criterios de aplicación

Los diferentes componentes (conjuntos, subconjuntos, equipos, piezas) de un sistema pueden ser objeto de tres modos de mantenimiento principales exhaustivos y mutuamente exclusivos:

- Mantenimiento con tiempo límite.
- Mantenimiento según vigilancia del estado.
- Mantenimiento con vigilancia de comportamiento.

En los dos primeros modos se procura sustituir al componente antes que falle, mientras que en el tercero solo se sustituye después de fallar el mismo. (HARO, y otros, 2011)

2.4.1 *Mantenimiento con tiempo límite.* Cuando un componente es objeto de un mantenimiento con tiempo límite, esto significa que dicho componente deberá ser desmontado cuando alcance un envejecimiento determinado o limite.

El límite de vida puede ser expresado:

- En horas de funcionamiento.
- En ciclos.
- Tiempo calendario.
- Kilometraje.
- Según especificaciones del fabricante.

2.4.2 *Mantenimiento según verificación del estado.* Un elemento sujeto a un mantenimiento con verificación del estado debe someterse a inspecciones periódicas que permitan comprobar:

- La ausencia de alteraciones.
- Que las alteraciones encontradas permanezcan dentro de los criterios de desmontaje o de reparación indicados en la documentación.

El elemento debe ser desmontado cuando alcanza el criterio de desmontaje, o puesto en condiciones de funcionamiento según las instrucciones definidas en la documentación. Por consiguiente no se puede programar el desmontaje de tales

elementos es así que se realiza la orden de realización de trabajos de desmontaje en función del resultado de las inspecciones.

El examen visual se refiere al aspecto general exterior del equipo o maquinaria, teniendo en cuenta deformaciones, roturas, grietas, rayados, corrosión, rastros de calentamiento excesivo y desgaste que modifiquen el estado de normal apreciable. (HARO, y otros, 2011)

2.4.3 *Mantenimiento con vigilancia del comportamiento.* Esto significa que solo se debe intervenir en dicho componente después de la indicación de un fallo. Este modo de mantenimiento no es aplicable más que en componentes cuyo fallo no afecta la operación, funcionamiento, movimiento o en componentes cuyo funcionamiento puede ser supervisado por el usuario. (HARO, y otros, 2011)

CAPÍTULO III

3. DESCRIPCIÓN DEL TANQUE AMX-13 MODELO VCI

3.1 Generalidades

El AMX-13 es un carro blindado de combate, autopropulsado por un mecanismo de oruga, de fabricación francesa, equipado originalmente con un cañón de 75 mm, el cual lleva su denominación por sus constructores, *Atelier de Construction (Taller de la Construcción) d'Issy-les-Moulineaux* (AMX) y debe su numeración 13 a que su peso inicial fue de 13 toneladas. (Wikipedia, 2014)

Una de las múltiples variantes de este tanque, es el mostrado en la Figura 2, el que se destinó para el transporte de personal equipado y armado a la zona de combate, por tal motivo su denominación que viene del francés *Véhicule de Combat d'Infanterie* (VCI), el cual además viene equipado con una torrecilla donde se ubica una ametralladora.

Figura 2. Tanque AMX-13 VCI



Fuente: Autores

El total de tripulación que es movilizada es de 13 personas entre las cuales se encuentran un conductor, un ametrallador y un radio operador; y dentro del escuadrón de fusileros que se transportan están un comandante de escuadra, un vice comandante de escuadra y ocho fusileros. (SGTO VALLEJO, 2014)

3.2 Chasis

Este tipo de tanque al ser caracterizado como ligero, posee un blindaje que se encuentra dentro de los 20 a 40 milímetros, por tal motivo posee una gran movilidad por terreno variado pudiendo alcanzar hasta una velocidad aproximada de 75 km/h.

La debilidad de poseer un blindaje ligero es que se vuelve vulnerable ante las armas antitanque sumándose a que tiene limitaciones para ver y oír, por lo que tampoco permite ataques por sorpresa. (SGTO VALLEJO, 2014)

3.3 Suspensión y tren de rodadura

La suspensión es el conjunto de elementos elásticos que se interponen entre los elementos suspendidos como el bastidor, el elemento moto propulsor, las cargas, los pasajeros etc., y los órganos no suspendidos como las ruedas de camino y la oruga.

Su principal finalidad es la de permitir el control de la trayectoria del vehículo gracias a la calidad del contacto entre la oruga y el suelo, asegurando la estabilidad del vehículo bajo cualquier circunstancia del camino a ser transitado.

También ha de garantizar el confort de los ocupantes y de los objetos transportados adaptándose a cualquier superficie, permitiendo al vehículo blindado sortear terrenos muy agrestes y accidentados; en la Figura 3 se muestra el conjunto de suspensión y tren de rodadura. (GRUPO CULTURAL, 2012)

Figura 3. Suspensión y tren de rodadura



Fuente: Autores

El tren de rodadura consiste en todos los elementos que en conjunto permiten el movimiento de la cadena de eslabones, girando a partir del movimiento de la rueda motriz. En la parte posterior se encuentra la polea de tensión la cual aumenta o

disminuye la fuerza entre eslabones; para permitir el desplazamiento de los eslabones en la parte superior se encuentran los rodillos y en la parte inferior las ruedas de camino.

3.3.1 Barras de torsión y brazo de suspensión. Las barras de torsión se basan en el principio de que si una barra de acero elástico es sujeta por uno de sus extremos y se le aplica una fuerza de torsión, por el otro extremo esta varilla tenderá a retorcerse y volverá a su forma primitiva por la elasticidad cuando cesa en su esfuerzo de torsión. (GRUPO CULTURAL, 2012)

El brazo de suspensión de la Figura 4 es el elemento mecánico que acopla al eje de la barra de torsión con el núcleo de rodillo donde va acoplada la rueda de rodadura, para que realice el trabajo correspondiente la barra de torsión, estos elementos están dispuestos en los ejes de torsión delantero, trasero y en los tres ejes intermediarios.

Figura 4. Brazo de suspensión con barra de torsión



Fuente: Autores

3.3.2 Rueda de rodadura. Esta es la encargada de guiar al mecanismo de oruga al mismo tiempo que, conjuntamente con el mecanismo de las barras de torsión y brazo de suspensión al que está unido, mantienen el contacto de la oruga con el camino, esta posee un recubrimiento de caucho que ayuda a mantener un buen contacto con la oruga.

Figura 5. Rueda de rodadura



Fuente: Autores

3.3.3 Rodillos. Estos elementos unidos mediante una base metálica al bastidor, están colocados de manera que brindan soporte en la parte superior del paso de los eslabones que componen la cadena de la oruga estos se pueden ver en la Figura 6 y 7.

Figura 6. Rodillo desmontado



Fuente: Autores

Figura 7. Rodillo montado



Fuente: Autores

3.3.4 Mecanismo de tensión. Este mecanismo mostrado en la Figura 8 es el que permite variar la posición lineal longitudinal de la rueda de tensión con lo que se aumenta o disminuye la fuerza entre eslabones, de acuerdo al tipo de terreno por el que el vehículo blindado va a transitar; este mecanismo está ubicado en la parte posterior del vehículo desde donde puede ser manipulado.

Figura 8. Mecanismo de tensión



Fuente: Autores

3.3.5 Rueda de tensión. Este elemento de rodadura mostrado en la Figura 9 es el que va unido al mecanismo de tensión y es el encargado de soportar el aumento o disminución de la tensión de la oruga de acuerdo a la variación de posición longitudinal que se realiza con el movimiento del mecanismo de tensión.

Figura 9. Rueda de tensión



Fuente: Autores

3.3.6 Rueda motriz. Está constituida por un soporte metálico en el cual se acoplan dos coronas dentadas, una exterior y una interior tal como se observa en la Figura 10. Este conjunto es el encargado de entregar el movimiento y la fuerza que sale de cada conjunto reductor, para darle movimiento a la oruga.

Figura 10. Rueda Motriz



Fuente: Autores

3.3.7 Oruga. Es un conjunto de eslabones metálicos, unidos por ejes pasadores, en cuyo centro se hallan dispuestos los elementos denominados patines los cuales son elementos de fricción que están en contacto con el suelo, este conjunto se puede ver en la Figura 11.

Los patines que tienen como función evitar el contacto directo de los elementos mecánicos con el suelo están elaborados de un compuesto relativamente suave que además proporciona el agarre necesario para la circulación en terrenos accidentados.

Figura 11. Oruga

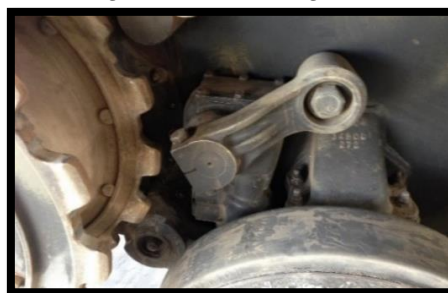


Fuente: Autores

3.3.8 *Circuito de engrase de la suspensión.* Se encarga de lubricar los elementos móviles que constituyen el conjunto de la suspensión, se compone de un engrasador hidráulico, una rampa de engrasadores, de tubos de engrase, que se dirigen a los conductos de engrase de las ruedas de rodadura.

3.3.9 *Amortiguadores.* Su trabajo consiste en regular el movimiento provocado por la acción de la suspensión al paso por el camino, es así que se complementan mutuamente los sistemas de suspensión y amortiguación. Existen 4 amortiguadores en los vehículos blindados destinados al transporte de personal, los que están ubicados en la primera y la última rueda de rodadura para cada oruga, estos son de tipo hidráulico.

Figura 12. Amortiguador



Fuente: Autores

3.3.10 *Tope fijo y tope flexible.* Estos determinan la longitud del recorrido deseado para la suspensión, los fijos (Figura 13) son nada más que piezas metálicas soldadas al bastidor y los flexibles (Figura 14) que están acoplados al bastidor mediante soldadura poseen una superficie elástica para soportar los golpes.

Figura 13. Tope fijo



Fuente: Autores

Figura 14. Tope flexible



Fuente: Autores

3.4 Motor

El motor provisto para estos tanques, es un motor de combustible diésel de cuatro tiempos con inyección directa, refrigerado por aire, el cual tiene una construcción de tipo modular, en el cual los componentes son fácilmente intercambiables lo que hace que su mantenimiento se facilite de igual manera, este se muestra en la Figura 15.

Figura 15. Motor Deutz F8L413F



Fuente: <http://www.deutzpartsdirect.com/Documents/deutz-specs/deutz-413fw-specs.pdf>

Este motor se incorporó a la totalidad de la flota de vehículos blindados, los cuales anteriormente poseían un motor de combustión interna de gasolina que presentaba distintos inconvenientes.

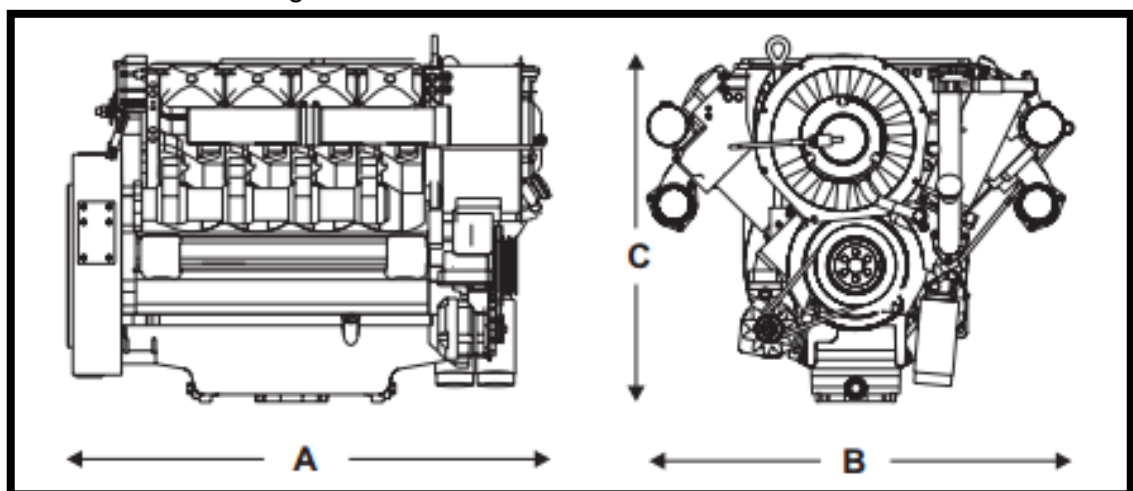
Los nuevos motores escogidos para reemplazar los de gasolina son de la marca Deutz, de procedencia alemana, los cuales presentan diferentes ventajas para ser utilizados en los tanques; de estos se muestran los datos técnicos a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1. Especificaciones técnicas motor Deutz F8L413F

Origen	Alemán
Fabricante	Deutz
Tipo de motor	F8L413FW
Cilindros	8
Diámetro de cilindro	125mm
Recorrido de cilindro	130mm
Cilindrada total	12763 cm ³
Ciclo	Diésel 4 tiempos
Orden de encendido	1-8-4-5-7-3-6-2
Ralentí	600 rpm
Régimen máximo	2300 rpm
Potencia nominal	182 hp / 2300 rpm
Torque máximo	665 Nm / 1500 rpm
Peso	830 Kg

Fuente: <http://www.deutzpartsdirect.com/Documents/deutz-specs/deutz-413fw-specs.pdf>

Figura 16. Dimensiones motor Deutz F8L413F



Fuente: <http://www.deutzpartsdirect.com/Documents/deutz-specs/deutz-413fw-specs.pdf>

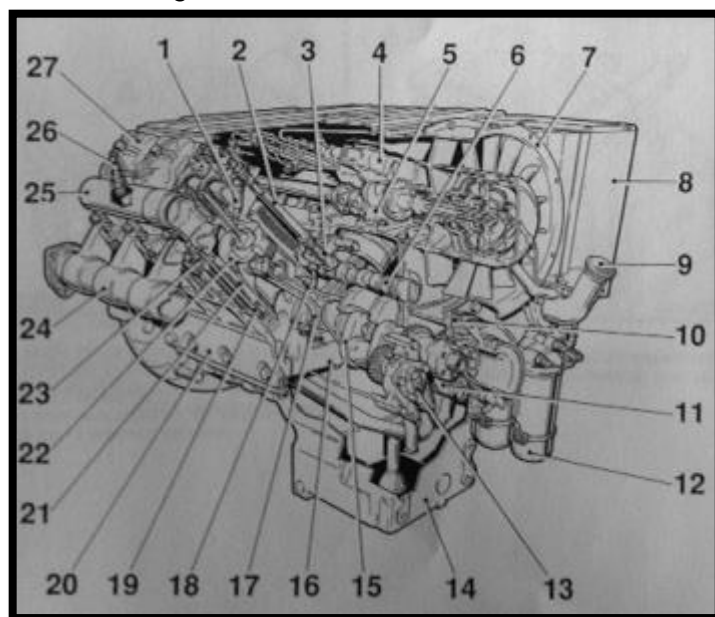
Tabla 2. Dimensiones motor Deutz F8L413F

A. Longitud	1080 mm
B. Ancho	1038 mm
C. Altura	860 mm

Fuente: <http://www.deutzpartsdirect.com/Documents/deutz-specs/deutz-413fw-specs.pdf>

A continuacion en la Figura 17 se presenta un esquema de la vista en corte del motor Deutz F8L413F en el cual se observan sus elementos constitutivos.

Figura 17. Vista en corte del Motor



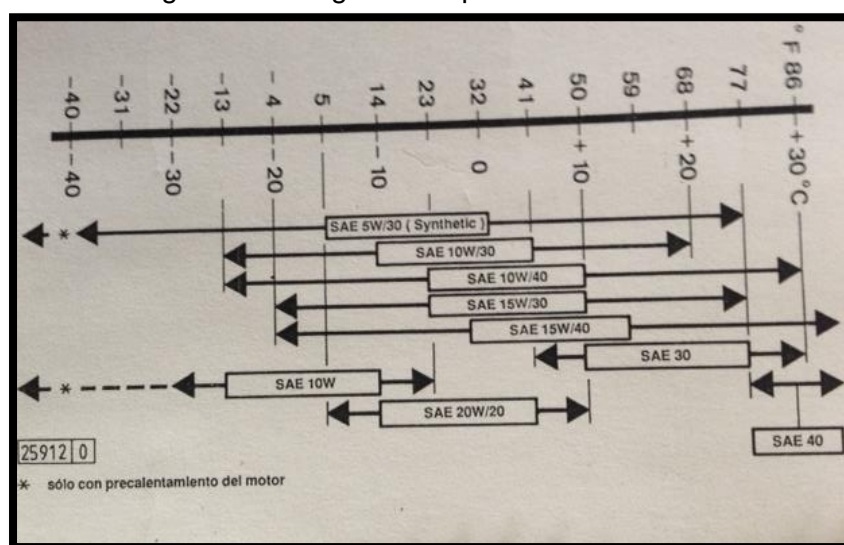
Fuente: (DEUTZ SERVICE INTERNATIONAL)

- 1) Inyector
- 2) Varilla de empuje
- 3) Empujador
- 4) Bomba de inyección en línea con regulador mecánico centrífugo
- 5) Transmisión de dos engranajes
- 6) Árbol de levas
- 7) Ventilador de refrigeración de accionamiento hidráulico (mandado por termostato situado en el escape) con filtro centrífugo de aceite
- 8) Refrigerador de aceite
- 9) Boca de llenado
- 10) Amortiguador de oscilaciones torsionales
- 11) Bomba de presión de aceite lubricante
- 12) Filtro de aceite lubricante de cartucho cambiable

- 13) Bomba de aspiración
- 14) Cáster de aceite
- 15) Cigüeñal
- 16) Tapa con cojinete acabado cambiable
- 17) Biela con cojinete acabado cambiable
- 18) Tobera para refrigeración del pistón
- 19) Tornillo de expansión, de culata
- 20) Bloque motor/cáster del cigüeñal
- 21) Cilindro de aletas en fundición gris
- 22) Pistón de metal ligero
- 23) Culata de metal ligero
- 24) Colector de escape
- 25) Colector de admisión
- 26) Bujía de incandescencia-llama
- 27) Tapa de culata

3.4.1 Lubricación. Los aceites lubricantes se diferencian según sus propiedades de trabajo y sus calidades. Son de uso frecuente los que siguen las especificaciones según API; debido a que el aceite lubricante varía su viscosidad con la temperatura, la elección del tipo de viscosidad (categoría SAE) depende de la temperatura ambiente en el lugar de trabajo del motor para lo cual se emplea el diagrama de la Figura 18 para su elección. (DEUTZ SERVICE INTERNATIONAL)

Figura 18. Rango de temperatura aceite motor



Fuente: (DEUTZ SERVICE INTERNATIONAL)

3.5 Embrague

Este mecanismo es el encargado de acoplar o desacoplar el giro proveniente del motor con los mecanismos que llegan hacia la caja de velocidades, con el fin de permitir realizar la selección de las marchas y dejar que el motor gire sin transmitir potencia mientras se realiza una parada. Los vehículos blindados están equipados con un embrague de tipo mono disco (Figura 20).

Figura 19. Embrague acoplado al motor



Fuente: Autores

Figura 20. Embrague desmontado



Fuente: Autores

3.6 Convertidor

Este elemento mostrado en la Figura 21 tiene la función de aumentar el par motor por medio de engranajes, y amortiguar las oscilaciones que se generan a la salida de la potencia del motor. Este se encuentra entre el mecanismo de embrague y el árbol de enlace hacia la caja de velocidades.

Figura 21. Convertidor acoplado al embrague

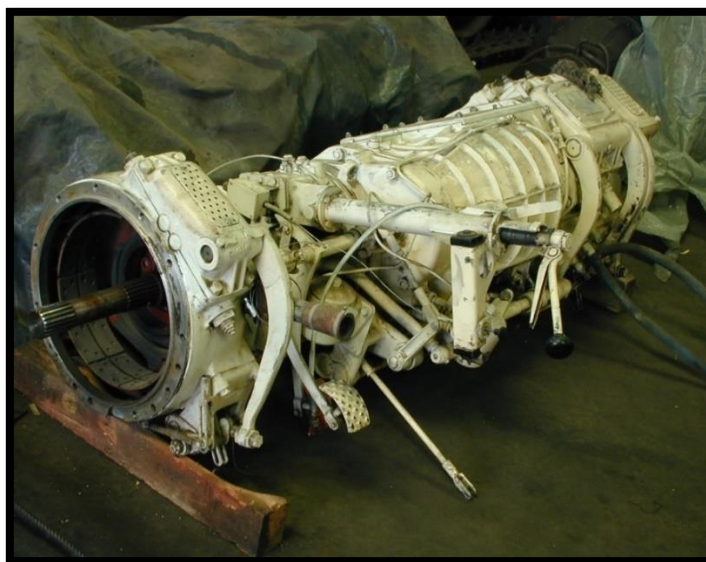


Fuente: Autores

3.7 Eje delantero

Este conjunto (Figura 22) es el encargado de proveer el movimiento, que se genera en el motor, para dirigirlo hacia cada una de las ruedas motrices con el fin de darle movilidad al vehículo blindado, así como de darle la dirección de movimiento deseado. A continuación se describen los mecanismos que componen el eje delantero.

Figura 22. Eje delantero desmontado



Fuente: Autores

3.7.1 Caja de velocidades. Es el elemento de transmisión que se interpone entre el motor y el resto de los elementos de la transmisión, para modificar el número de revoluciones en cada una de las ruedas motrices e invertir el sentido de giro cuando sea requerido según las necesidades de circulación. Si no se dispusiera de una caja de velocidades el número de revoluciones del motor se transmitiría íntegramente a las

ruedas, con lo que el par desarrollado por el motor debería ser igual al par resistente en las ruedas.

Con la caja de velocidades se logra mantener, dentro de unas condiciones favorables, la potencia desarrollada por el motor, actúa pues como transformador de velocidad y convertidor mecánico de par. (GRUPO CULTURAL, 2012)

3.7.2 Diferencial. El conjunto diferencial permite que las ruedas motrices giren a diferentes velocidades, esto se debe dar ya que cada oruga debe recorrer diferente distancia al momento de realizar una maniobra de giro.

Dentro del cárter del diferencial se encuentran dos cintas de freno, denominadas cintas húmedas de freno, las cuales tienen por objeto conseguir detener la marcha del vehículo en las condiciones que determine el conductor, para lo cual la energía cinética que desarrolla tiene que ser absorbida por medio de rozamiento.

Además para poder variar el número de revoluciones de cada rueda motriz, las cintas de freno húmedas son las encargadas de frenar uno de los ejes de salida del diferencial, con lo cual la rueda motriz del lado contrario seguirá girando y así puede realizar el vehículo las maniobras de giro.

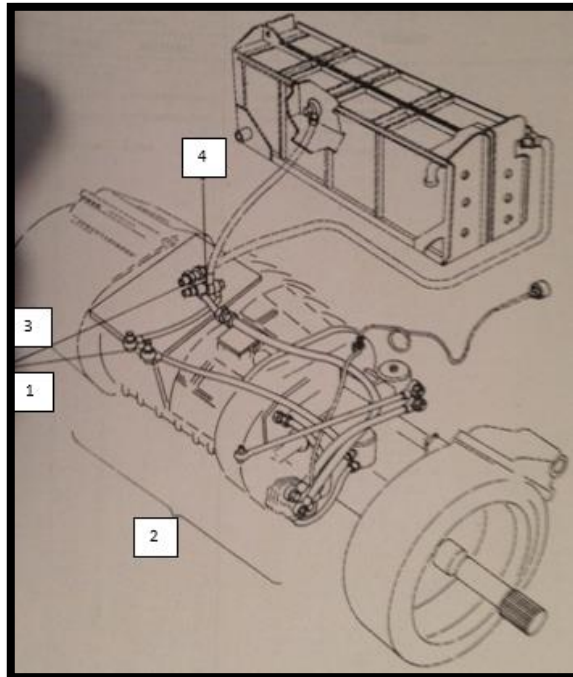
Si estas cintas húmedas de freno son accionadas al mismo tiempo cumplen la función de ir aminorando la marcha del vehículo con el fin de controlar la velocidad o ya sea detenerlo por completo.

3.7.3 Circuito de lubricación. Es el encargado de lubricar y refrigerar los elementos móviles expuestos a fricción del circuito de caja de velocidades y diferencial a través de un sistema de cárter seco, el cual distribuye el aceite por medio de una bomba de engranajes, la cual envía el aceite a través de cañerías a los elementos a lubricar, pasando antes por filtros que retienen impurezas.

A continuación se muestra un diagrama indicando este circuito en donde se tiene:

- 1) Circulación de aceite caja de velocidades diferencial
- 2) Circulación de aceite caja de velocidades
- 3) Circulación de aceite diferencial
- 4) Válvula de descarga

Figura 23. Circuito de lubricación



Fuente: (ATELIER DE CONSTRUCTION ROANNE)

3.7.4 Frenos laterales de bandas secas. El vehículo blindado está equipado con un freno de banda seca en cada lado del eje delantero, tal cual se muestra en la Figura 24. Estos realizan la función de un freno de estacionamiento o de emergencia

A través de un sistema de enclavamiento que es operado por una palanca que al accionarla hace que rocen las bandas secas de freno lateral con el tambor del sistema produciendo el frenado, estos también son utilizados en caso de necesitarse una frenada brusca.

Figura 24. Freno lateral de banda seca



Fuente: Autores

3.8 Reductor

Se encuentran a las salidas del eje delantero, estas van junto al conjunto de frenos de bandas secas, antes de la rueda motriz, constan de un conjunto de engranajes y su función es la disminuir la velocidad angular y aumentar el par motor dirigido a la rueda motriz. Se puede observar un reductor desmontado en la Figura 25.

Figura 25. Reductor desmontado



Fuente: Autores

3.9 Mandos

Son mecanismos utilizados para controlar el funcionamiento del vehículo blindado, con los cuales por ejemplo se puede controlar la dirección del mismo por medio de las palancas que actúan sobre el eje delantero.

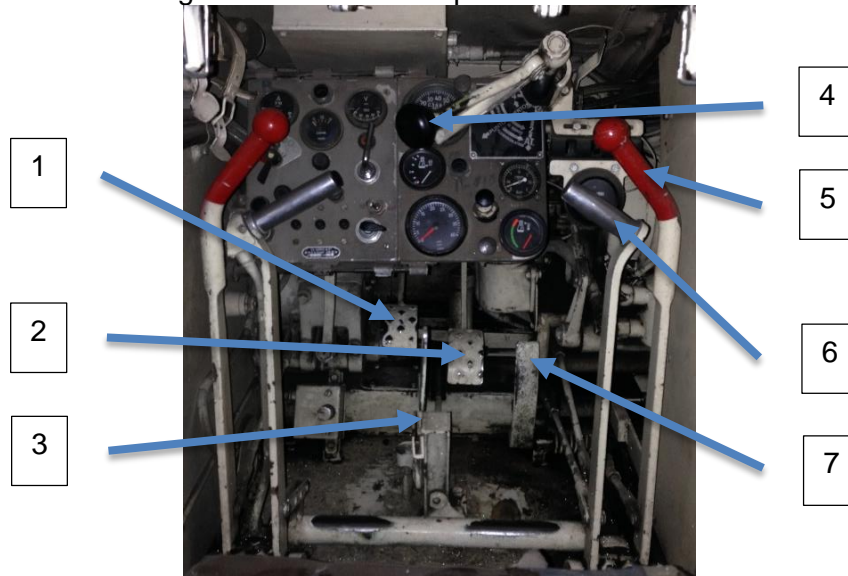
Por ende con estos mandos también se puede controlar la aceleración y velocidad además de la seguridad en paradas; estos mandos funcionan a través de un sistema de varillaje que van desde el eje delantero hasta el puesto del conductor.

También se encuentra el mando selector de las marchas de la caja de velocidades; y como mecanismo de pedales se tienen el control del acelerado del motor así como el del embrague. A continuación en la Figura 26 se indican cada uno de los mandos.

- 1) Pedal de embrague
- 2) Pedal de freno
- 3) Palanca de enclavamiento
- 4) Selector de marchas
- 5) Palancas de freno de bandas secas (frenos de estacionamiento)

- 6) Palancas de freno de bandas húmedas
- 7) Acelerador

Figura 26. Mandos del puesto del conductor



Fuente: Autores

3.10 Equipo eléctrico

Los vehículos blindados están equipados con un sistema eléctrico que proporciona alimentación de energía para los actuadores, el encendido del vehículo y para activar los elementos que se encuentran en el tablero de instrumentos del conductor.

Los instrumentos del tablero están destinados a proveer información del funcionamiento del vehículo y además para alimentar el sistema de iluminación e intercomunicación; a continuación se describen los elementos que conforman este sistema.

3.10.1 Baterías y alternador. El vehículo blindado posee 8 baterías, cada una de 11 placas, las cuales proveen 12 voltios, con capacidad de 55 amperios-hora.

Estas baterías se encuentran en una conexión mixta serie-paralelo, con el fin de proveer un voltaje de 24 voltios para alimentar a todos los elementos del vehículo blindado que la requieran.

Satisfaciendo de esta manera los requerimientos de corriente, proveyendo de carga a las baterías por medio del alternador el cual genera corriente gracias al movimiento del motor. (BateriasEcuador)

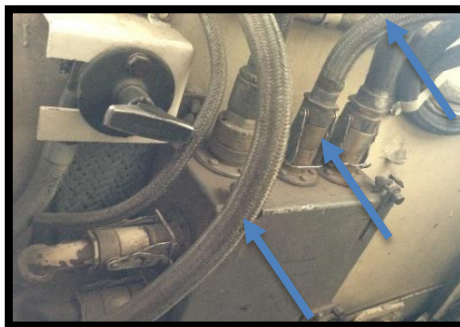
Figura 27. Conexión de baterías



Fuente: Autores

3.10.2 Cableado. Son las líneas de cable que conectan las fuentes de alimentación de corriente, pasando por los reguladores y controladores hasta llegar a los respectivos actuadores. Estas líneas son apantalladas para protección y con tomas fijas.

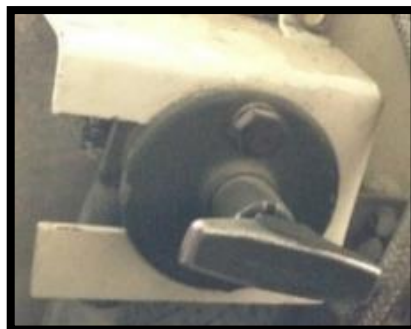
Figura 28. Cableado con tomas fijas



Fuente: Autores

3.10.3 Interruptores. Son dispositivos que permiten cortar o dar paso a una corriente eléctrica; en la actualidad tienen un sin número de aplicaciones como es el caso del vehículo blindado que posee los siguientes interruptores:

Figura 29. Interruptor general



Fuente: Autores

- Interruptor general. Es el encargado de abrir o cerrar el flujo de corriente eléctrica desde las baterías hacia los demás elementos, este es un elemento de seguridad para desconectar totalmente el flujo de corriente cuando así se requiera.

A continuación en la Figura 30 se describen los interruptores que se encuentran agrupados en el tablero de instrumentos eléctricos.

Figura 30. Tablero de instrumentos



Fuente: Autores

- Interruptor de luces. Este tiene como misión activar las luces de camino del vehículo blindado, y luces que indiquen el posicionamiento del vehículo, ya sean estas luces guías, de freno, o luces especiales, que son luces infrarrojas que permiten la visibilidad de los vehículos en condiciones exclusivas es decir en combate.
- Botón de comprobación del motor. Este botón pone en marcha un sistema de comprobación, el cual comprueba la presión de aceite de motor y la temperatura de funcionamiento del mismo con el fin de determinar en cualquier momento su correcto funcionamiento.
- Interruptor de luces del tablero. Este interruptor sirve para iluminar el tablero de instrumentos de los testigos e indicadores, para una correcta visualización del conductor.
- Interruptor de bujías de precalentamiento y arranque. Es el encargado de activar el circuito de las bujías de precalentamiento, que son las encargadas de precalentar las cámaras de combustión para ayudar al motor en arranque en frío.

- Interruptor del extractor de aire. Este dispositivo activa el electro-ventilador que ayuda a evacuar el calor generado por el motor con el fin de refrigerar el compartimiento contiguo, que es del conductor.
- Interruptor de contacto. Este interruptor activa o desactiva el paso de la corriente que va hacia los relés de los elementos eléctricos que posee el vehículo. Sin su activación no es posible el funcionamiento de los demás interruptores del tablero eléctrico.

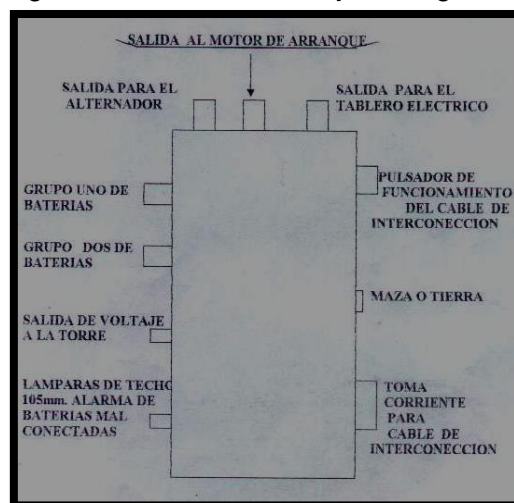
3.10.4 Caja de regulación. Este elemento mostrado en la Figura 31, es aquel que alberga tomas de corriente fijas, desde donde se distribuye la corriente a cada uno de los sistemas mediante la utilización de interruptores eléctricos, además posee elementos eléctricos que regulan el paso de corriente por los mismos, es decir relés de activación y desactivación de circuitos.

Figura 31. Caja de regulación desmontada



Fuente: CEMAB

Figura 32. Conexiones caja de regulación



Fuente: (ATELIER DE CONSTRUCTION ROANNE)

3.10.5 Tablero de instrumentos eléctricos. En este conjunto mostrado en la Figura 33, además de los interruptores descritos anteriormente, se encuentran los testigos e indicadores que nos muestran los parámetros de funcionamiento de algunos circuitos del vehículo blindado, los mismos que a continuación se detallan:



- 1) Amperímetro. Instrumento que indica la intensidad de corriente del circuito eléctrico del vehículo blindado.
- 2) Medidor de combustible. Indica el nivel de combustible que se encuentra contenido en los tanques de combustible diésel del vehículo blindado.
- 3) Luz piloto de bujías de incandescencia. Luz que indica el momento en que las bujías de incandescencia se encuentran en funcionamiento.
- 4) Luz piloto del extinguidor. Esta luz piloto indica si el sistema contra incendios está funcionando.
- 5) Luz piloto del alternador. Esta luz indica que el alternador está entregando carga para el circuito.
- 6) Disyuntores. Estos son fusibles térmicos que pueden ser reseteados una vez se reduzca la temperatura y se verifique la falla que ocasiono el cortocircuito.

- 7) Tacómetro. Instrumento que mide la velocidad de giro del motor en revoluciones por minuto.
- 8) Marcador de temperatura de motor. Este elemento muestra la temperatura de funcionamiento del motor midiendo la temperatura del aceite que lubrica el cabezote.
- 9) Marcador de presión de aceite de motor. Este indicador muestra la presión del lubricante que circula en el sistema de lubricación del motor.
- 10) Medidor de presión de aceite del eje delantero. Muestra la presión de aceite en el circuito de lubricación existente en los sistemas diferencial y caja de velocidades que se ubican dentro del eje delantero.
- 11) Luz piloto de filtro. Indicador que se enciende cuando el filtro de aire se encuentra demasiado saturado por lo que necesita una revisión.
- 12) Velocímetro. Indica la velocidad de marcha del vehículo blindado.
- 13) Voltímetro. Indica el voltaje que entregan las baterías.

Además junto al tablero de instrumentos se tiene un medidor muy importante que es el contador de horas, el cual es un dispositivo encargado de registrar el número de horas que el motor del vehículo está en funcionamiento,

Figura 34. Horometro



Fuente: Autores

3.10.6 Actuadores eléctricos. Los actuadores eléctricos son dispositivos encargados de efectuar acciones ordenadas por algún sistema de control; los actuadores dispuestos en los vehículos blindados son los siguientes:

- Motor de arranque. Es un motor eléctrico auxiliar que se alimenta de la batería del vehículo para que pueda arrancar.
- Luz de camino y luces guía. Son elementos que sirven para alumbrar el camino por donde circula el vehículo blindado, además se utilizan para que el vehículo pueda ser visualizado por otros, estas se muestran en la Figura 35.

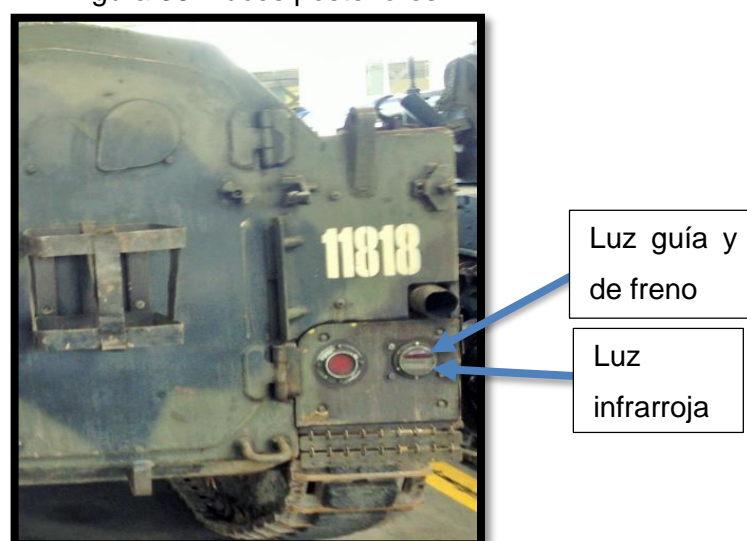
Figura 35. Faro y luz guía delanteros



Fuente: Autores

En las luces guía posteriores de la Figura 36 se incorpora también la luz de freno que se encienden al momento que el conductor activa el freno.

Figura 36. Luces posteriores



Fuente: Autores

- Luces infrarrojas. Se utilizan cuando se realizan ejercicios militares en la noche y se requiere que el vehículo no sea visto, salvo por los miembros del ejercicio militar que deberán utilizar dispositivos de visión nocturna.
- Lámpara de techo. Este elemento sirve para la iluminación interna del vehículo blindado.
- Sirena. Este elemento sirve para alertar a las personas que el vehículo se está aproximando, además se emplea cuando suscita una emergencia dentro del vehículo blindado.

Figura 37. Sirena



Fuente: CEMAB

- Ventilador casamata. Este elemento es el encargado de extraer el aire caliente del interior del vehículo generado por el motor ya que está muy próximo al puesto de conducción, además el calor generado por los tripulantes del vehículo blindado hacia el exterior con el fin de obtener una temperatura lo más confortable posible dentro del habitáculo del vehículo.

3.11 Dispositivo contra incendios

Son elementos que se manejan manualmente, como el de la Figura 38 cuya función es la de activar un extintor que se encuentra al interior del vehículo blindado el cual dispersa su contenido por medio de conductos distribuidos en el interior del vehículo.

El extintor que tiene el vehículo blindado posee un agente extintor de polvo químico seco (PQS) y cubre las categorías de fuegos A, B, C, las cuales se detallan a continuación:

Figura 38. Mando de activación extintor



Fuente: Autores

- **Clase A:** Son incendios de materiales combustibles comunes como madera, tela, papel, caucho, plástico y muchos derivados sintéticos.
- **Clase B:** Son incendios de líquidos inflamables, líquidos combustibles, grasas de petróleo, alquitrán, aceites, pinturas a base de aceites, disolventes, alcoholes y grasas inflamables.
- **Clase C:** Son incendios que involucran equipos eléctricos energizados. (NTE INEN 731:2009)

Figura 39. Dispositivo contra incendios



Fuente: Autores

3.12 Equipo de comunicación

Son dispositivos que sirven para la intercomunicación con los demás vehículos blindados y con bases o campamentos cercanos, utilizan frecuencias exclusivas de uso militar, el vehículo posee un responsable del sistema radio comunicador.

Figura 40. Equipo de comunicación



Fuente: CEMAB

CAPITULO IV

4 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

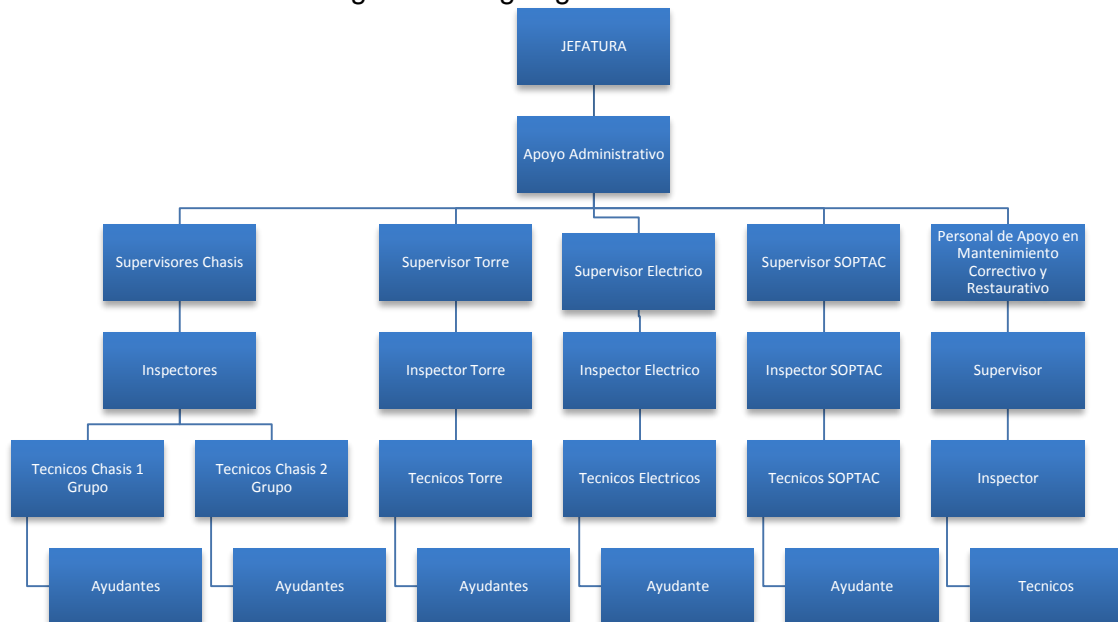
4.1 Organización del centro de mantenimiento de blindados

El CEMAB es el sitio dispuesto para brindar el servicio planificado a los blindados de las diferentes unidades que conforman la Brigada de Caballería Blindada Galápagos.

Es en este lugar donde se llevan a cabo cada uno de los procesos que comprenden el tratamiento de los vehículos, esto comprende la organización, planificación, control y trabajos específicos de mantenimiento.

4.1.1 Organigrama. En la Figura 41 que se muestra a continuación consta el esquema organizacional del talento humano que se desempeña dentro del CEMAB, el cual está dirigido por el Sr. Mayo. De M.G. Edison Clavijo P; el cual está al mando de la jefatura a cargo de la organización y control del Centro de Mantenimiento de Blindados.

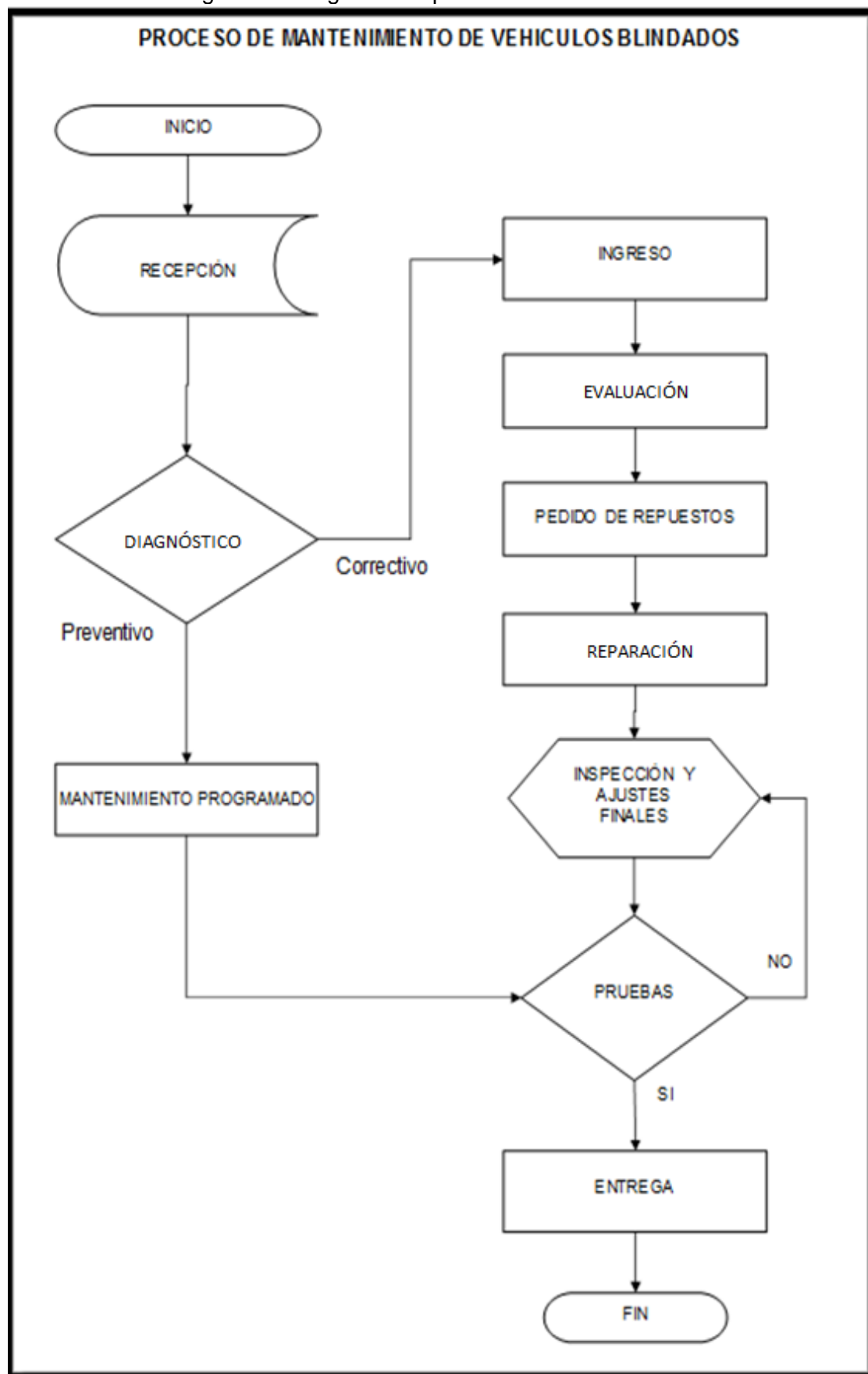
Figura 41. Organigrama del CEMAB



Fuente: CEMAB

4.1.2 Procedimientos dentro del CEMAB. Los procedimientos que se llevan a cabo por los grupos de mantenimiento se describen en la figura 42 la cual se muestra a continuación.

Figura 42. Diagrama de procesos de mantenimiento



Fuente: CEMAB

A continuación se describen acciones adicionales a las del diagrama.

Recepción del vehículo

- Registro en el libro de movimiento vehicular. (prevención del CEMAB)
- Registro de los datos del vehículo en la oficina de mantenimiento.
- Realización la orden de trabajo.

Diagnóstico del vehículo

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento restaurativo.
- Evaluación del vehículo.
- Pedido de repuestos.
- Reparación.

Inspección y ajustes finales

- Inspección general del vehículo.
- Ajustes y regulaciones de los mandos y sistemas del vehículo.
- Chequeo de niveles de aceite y filtros.
- Chequeo de fugas: aceite, combustible y gases.

Prueba del vehículo

- Pruebas preliminares en el taller.
- Prueba de carretera.

Entrega del vehículo

- Registro de trabajos realizados.
- Registro de prueba de carretero.
- Estados de entrega y recepción del vehículo.
- Libro de vida.
- Oficio a la unidad que pertenece el vehículo.

4.1.3 Distribución de las instalaciones del CEMAB. El CEMAB dentro de sus instalaciones cuenta con diferentes secciones, las cuales están destinadas a actividades específicas y entre las cuales se tienen las siguientes:

Una edificación principal que se muestra en la Figura 43 dentro de la cual existen sub áreas debidamente distribuidas como son las oficinas del personal a cargo, una oficina de Sistema integral de Seguridad (SIS), una oficina de control de proyectos, departamentos de mantenimiento mecánico, eléctrico y de ópticos, entre otros lugares donde se prestan también los servicios de mantenimiento por el personal calificado con distintos equipos y herramientas.

Figura 43. Área 1 CEMAB



Fuente: Autores

La Figura 44 muestra una parte principal de los departamentos que ocupan esta área, aquí se muestran las oficinas desde las cuales se dirigen las gestiones del mantenimiento de los blindados, donde también una área está destinada para una aula donde se provee instrucción al personal.

Figura 44. Oficinas administrativas



Fuente: Autores

Además cuenta con lugares predestinados para el confort del personal como cafetería, baños, vestidores y áreas de descanso.

Dentro de estas instalaciones se cuenta también con una bodega destinada al almacenamiento de los lubricantes los cuales son indispensables para el mantenimiento de muchas de las partes sometidas a fricción, en la figura 45 se muestra esta bodega de almacenamiento.

Figura 45. Bodega de lubricantes



Fuente: Autores

Una construcción que se encuentra junto descrita anteriormente es la que se muestra en la Figura 46, que está reservada específicamente para la realización de los trabajos en el bastidor.

Esta sección es conocida como el área de mantenimiento de chasis, dentro de esta parte se encuentran otras sub áreas destinadas a trabajos de soldadura y un espacio donde se realizan ciertos trabajos específicos o donde aguardan los vehículos para ser intervenidos:

Figura 46. Área mantenimiento chasis



Fuente: Autores

La Figura 47 muestra una sub área dentro de esta construcción, que es la denominada como el área de soldadura donde se realizan trabajos con máquinas y herramientas de unión y corte.

Figura 47. Área de soldadura



Fuente: Autores

Otra construcción aledaña, es la que está destinada al mantenimiento restaurativo, en la que consta una sección destinada para los trabajos de reconstrucción y preparación de las unidades, además de un área de pintura; estas se muestran ilustradamente en la Figura 48 y Figura 49.

Figura 48. Tanques restaurados



Fuente: Autores

Figura 49. Taller de pintura



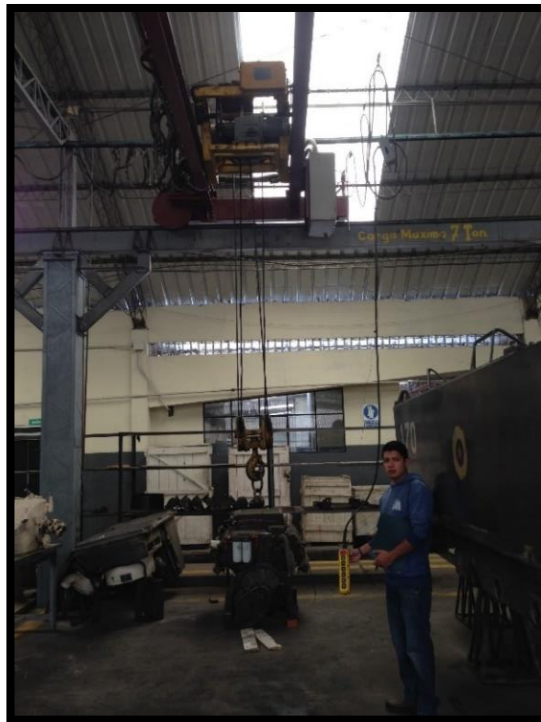
Fuente: Autores

El CEMAB cuenta con otra construcción la cual es un almacén de repuestos, donde se encuentran las partes y piezas necesarias para abastecer según los requerimientos de los mantenimientos de los tanques de guerra.

4.1.4 Equipos y herramientas. Con el fin de prestar el respectivo servicio de mantenimiento a los vehículos blindados el CEMAB cuenta con diferentes equipos y herramientas.

Se encuentra un puente grúa en la construcción principal, el cual se muestra en la Figura 50, para la realización del montaje y desmontaje de sistemas robustos, además muy cerca se encuentra el almacén de herramientas donde se encuentran los elementos adecuados para los distintos trabajos de mantenimiento.

Figura 50. Puente grúa



Fuente: Autores

En el área de soldadura mostrada en la Figura 51 se cuentan con equipos para la realización de trabajos de corte y unión de materiales metálicos entre los cuales se pueden encontrar máquinas de soldar por medio de arco eléctrico y soldadura oxiacetilénica.

Finalmente el CEMAB cuenta con una bodega de herramientas donde se cuenta con todo tipo de elementos necesarios para la realización del mantenimiento.

Figura 51. Equipos de soldadura



Fuente: Autores

Las diferentes áreas mencionadas cuentan con las respectivas instalaciones neumáticas, conexiones eléctricas de 110v y 220v, además en cada una de ellas están dispuestos extintores que contienen un agente extintor de Polvo Químico Seco (PQS) y cubre las categorías de fuegos A, B, C.

Figura 52. Extintor



Fuente: Autores

4.2 Registro vehicular

Los vehículos blindados AMX-13 VCI que se localizan en las diferentes unidades de la Brigada de Caballería Blindada Nro. 11 Galápagos se encuentran dispuestos de la manera descrita en la Tabla 3:

Tabla 3. Tanques AMX-13 VCI BCB No 11 "Galápagos"

Unidad	AMX-13 VCI
GCB-31	28
GCB-32	32
GCB-4	16
TOTAL	76

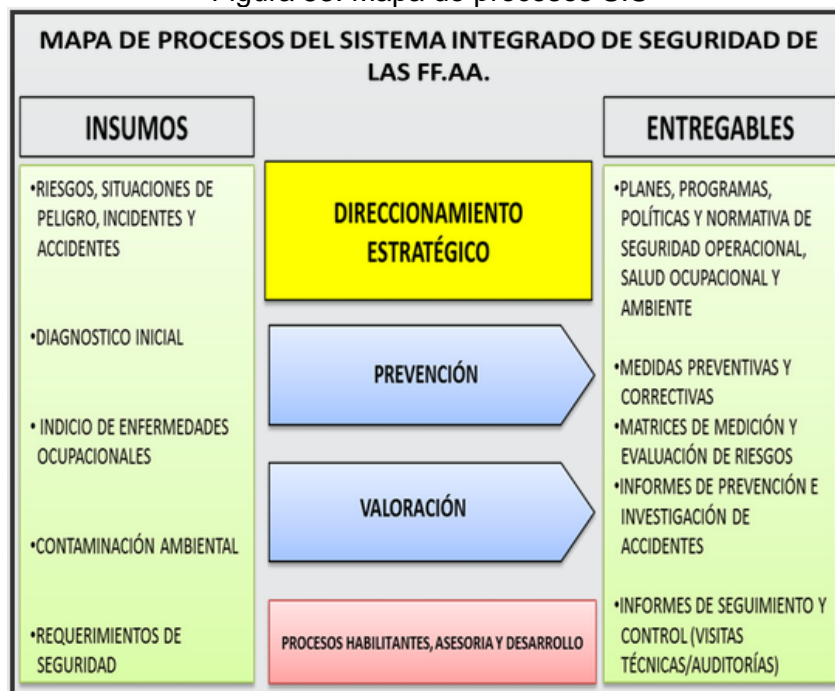
Fuente: CEMAB

Los vehículos blindados que constan dentro del plan de mantenimiento a desarrollarse son los que se encuentran en las unidades GCB-31, GCB-32 y GCB-4 que contemplan el modelo VCI y se detallan en el ANEXO A.

4.3 Sistema Integrado de Seguridad

Las Fuerzas Armadas, a través de la dirección del Sistema Integrado de Seguridad, desarrollan procesos estandarizados de seguridad operacional, seguridad y salud ocupacional y gestión ambiental en la preparación y ejecución de las operaciones y actividades militares, asesorando e interviniendo permanentemente en todos los niveles de la conducción militar; para prevenir accidentes, enfermedades ocupacionales e impactos ambientales negativos, a fin de precautelar los recursos humanos y materiales de la Institución; y su entorno de trabajo; en la Figura 53 se muestra el mapa de procesos del S.I.S. (Comando Conjunto de las FFAA)

Figura 53. Mapa de procesos SIS



Fuente: (Comando Conjunto de las FFAA)

4.3.1 *Seguridad laboral.* La seguridad laboral es el conjunto de medidas técnicas, educacionales, médicas y psicológicas, empleadas para prevenir los accidentes de trabajo, eliminar las condiciones inseguras del ambiente e instruir o convencer a las personas sobre la implantación de medidas preventivas, para evitar daños a la salud y disminuir riesgos de trabajo tal como:

- Lesiones por accidentes
- Enfermedades profesionales
- Fatiga muscular
- Fatiga nerviosa
- Trastornos por horarios de trabajo
- Relaciones conflictivas

Según el Código de Trabajo vigente en nuestro país se denota en el Artículo 347.- Riesgos del trabajo: Son las eventualidades dañosas a que está sujeto el trabajador, con ocasión o por consecuencia de su actividad. Para los efectos de la responsabilidad del empleador se consideran riesgos del trabajo las enfermedades profesionales y los accidentes.






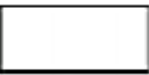
A fin de evitar lo antes mencionado se debe tomar medidas preventivas. Según Decisión 584 de la CAN Art. 11 del INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO: Medidas Preventivas son las acciones que se adaptan con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo, dirigidas a proteger la salud de los trabajadores contra aquellas condiciones de trabajo.

En el CEMAB antes de que se realice el trabajo, ante cualquier riesgo para la seguridad y salud, es necesario Identificar cada uno de los peligros y a continuación medir y evaluar los riesgos con el fin de aplicar las medidas necesarias establecidas. Después controlarlos en lo posible desde su origen, luego será necesario vigilar la protección del trabajador con la utilización de equipo de seguridad tal como casco, botas de seguridad, guantes, protección auditiva y visual.

Además de estas medidas de seguridad el CEMAB también incorpora señalética adecuada ubicada en las instalaciones para prevenir accidentes y evadir peligros que afecten a la integridad de las personas que se encuentren transitando en el lugar, así como para brindar información en caso de presentarse una emergencia.

La señalética utilizada está diseñada bajo los parámetros de la norma y se muestran en la Figura 54 que se obtuvo de la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN -ISO 3864-1 Parte 1: Principios de diseño para señales de seguridad e indicaciones de seguridad que establece los colores, señales y símbolos de seguridad, con el propósito de prevenir accidentes y peligros para la integridad física y la salud, así como para hacer frente a ciertas emergencias.

Figura 54. Señalética de seguridad

FIGURA GEOMÉTRICA	SIGNIFICADO	COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE AL COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DEL SÍMBOLO GRÁFICO	EJEMPLOS DE USO
 CÍRCULO CON UNA BARRA DIAGONAL	PROHIBICIÓN	ROJO	BLANCO*	NEGRO	<ul style="list-style-type: none"> - NO FUMAR - NO BEBER AGUA - NO TOCAR
 CÍRCULO	ACCIÓN OBLIGATORIA	AZUL	BLANCO*	BLANCO*	<ul style="list-style-type: none"> - USAR PROTECCIÓN PARA LOS OJOS - USAR ROPA DE PROTECCIÓN - LAVARSE LAS MANOS
 TRIÁNGULO EQUILÁTERO CON ESQUINAS EXTERIORES REDONDEADAS	PRECAUCIÓN	AMARILLO	NEGRO	NEGRO	<ul style="list-style-type: none"> - PRECAUCIÓN: SUPERFICIE CALIENTE - PRECAUCIÓN: RIESGO BIOLÓGICO - PRECAUCIÓN: ELECTRICIDAD
 CUADRADO	CONDICIÓN SEGURA	VERDE	BLANCO*	BLANCO*	<ul style="list-style-type: none"> - PRIMEROS AUXILIOS - SALIDA DE EMERGENCIA - PUNTO DE ENCUENTRO DURANTE UNA EVACUACIÓN
FIGURA GEOMÉTRICA	SIGNIFICADO	COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE AL COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DEL SÍMBOLO GRÁFICO	EJEMPLOS DE USO
 CUADRADO	EQUIPO CONTRA INCENDIOS	ROJO	BLANCO*	BLANCO*	<ul style="list-style-type: none"> - PUNTO DE LLAMADO PARA ALARMA DE INCENDIO - RECOLECCIÓN DE EQUIPO CONTRA INCENDIOS - EXTINTOR DE INCENDIOS
* El color blanco incluye el color para material fosforescente bajo condiciones de luz del día con propiedades definidas en la norma ISO 3864-4.					
FIGURA GEOMÉTRICA	SIGNIFICADO	COLOR DE FONDO	COLOR DE CONTRASTE AL COLOR DE FONDO	COLOR DE LA INFORMACIÓN DE SEGURIDAD COMPLEMENTARIA	
 RECTÁNGULO	INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	BLANCO	NEGRO	CUALQUIERA	
		COLOR DE SEGURIDAD DE LA SEÑAL DE SEGURIDAD	NEGRO O BLANCO		

Fuente: (NTE INEN -ISO 3864-1, 2 013)

Lo mencionado anteriormente se puede evidenciar en las instalaciones del CEMAB donde se encuentra establecida la señalética correspondiente.

Figura 55. Equipo contra incendios



Fuente: Autores

Figura 56. Señalética de precaución



Fuente: Autores

Figura 57. Señalética de acción obligatoria



Fuente: Autores

Figura 58. Señalética de prohibición



Fuente: Autores

A continuación en la Figura 59 se presenta la señalética más utilizada en el medio.

Figura 59. Señalizaciones



Fuente: www.segprof.com.pe

4.4 Encuesta al personal

El siguiente formato de encuesta planteado, esta direccionada a determinar la situación actual en la que se encuentra el CEMAB, con el fin de analizar si es o no viable la realización del proyecto.



"Saber para ser"

ESPOCH
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

La presente encuesta forma parte del proyecto de tesis **“Creación y Automatización de un plan de mantenimiento para los tanques de guerra AMX-13 modelo VCI”**, y es aplicada con el fin de establecer el estado de la situación actual del CEMAB. Se solicita de la manera más cordial su colaboración.

Encuesta No.

Nombre del encuestado:

Función de encuestado:

1. ¿Utiliza el CEMAB un plan de mantenimiento para la conservación de los tanques de guerra?

Si ____

No ____

Otra opción _____

2. ¿Cuenta el CEMAB con el stock de repuestos para cubrir la demanda de los trabajos?

Si ____

No ____

Otra opción _____

3. ¿Cuenta el CEMAB con los equipos y herramientas necesarios para realizar los trabajos de mantenimiento?

Si ____

No ____

Otra opción_____

4. ¿Cuenta el CEMAB con sistemas de seguridad socializados dentro de las instalaciones?

Si ____

No ____

Otra opción_____

5. ¿Piensa usted que las tareas de mantenimiento se realizan de una manera óptima dentro del CEMAB?

Si ____

No ____

Otra opción_____

6. ¿Posee usted conocimientos de ofimática?

Si ____

No ____

Otra opción_____

7. ¿Cuenta el CEMAB con una red local y acceso a internet?

Si ____

No ____

Otra opción_____

8. ¿Piensa usted que la utilización de un sistema informático (software) contribuirá de manera positiva dentro del CEMAB?

Si ____

No ____

Otra opción_____

9. ¿Le gustaría a usted capacitarse para la implementación de un sistema de mantenimiento automatizado con la utilización de un software?

Si ____

No ____

Otra opción_____

4.4.1 *Tamaño de la muestra.* Para determinar el tamaño de la muestra autores tales como (CORTÉS PADILLA, 2012), (HERNÁNDEZ SAMPIERI, y otros, 2010) citan las siguientes formulas:

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}}$$

$$n' = \frac{s^2}{V^2}$$

En donde:

- N: Es el tamaño de la población o el conjunto de elementos.
- n: Es el tamaño de la muestra o subconjunto de la población.
- n' : Es el tamaño de la muestra sin ajustar.
- se: Es el error estándar y establece el margen de error aceptado en una investigación, el cual fluctúa entre 0,01 y 0,05.
- V²: Representa la varianza de la población al cuadrado y se obtiene elevando al cuadrado el error estándar, su resultado es la precisión con la que se generalizaran los resultados.
- S²: Es la varianza de la muestra el cual se puede señalar en términos de probabilidad de ocurrencia y representa el nivel de confianza requerido para generalizar los resultados hacia toda la población, entonces si el investigador elige 0,01 de error estándar, su nivel de confianza será de 99 %.

Aplicando la formula se tiene:

$$N= 50$$

$$Se= 0,05$$

$$V^2= 0,0025$$

$$S^2= 0,95$$

Sustituyendo se obtiene:

$$n' = \frac{s^2}{V^2}$$

$$n' = \frac{0,95}{0,0025}$$

$$n' = 380$$

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}}$$

$$n = \frac{380}{1 + \frac{380}{50}}$$

$$n = 44$$

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

En donde:

- n: Representa el tamaño de la muestra.
- N: Significa el tamaño de la población.
- σ : Es la desviación estándar de la población, generalmente cuando no se posee su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.
- Z: Representa el valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,58; dicho valor es decisión del encuestador.
- e: Es el límite aceptable del error de la muestra, habitualmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que fluctúa entre el 1% (0,01) y 9% (0,09); dicho valor queda a criterio del encuestador.

Aplicando la formula tenemos:

$$N= 50$$

$$\sigma = 0,5$$

$$Z= 1,96$$

$$e= 0,05$$

Sustituyendo se obtiene:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

$$n = \frac{50 \times 0,5^2 \times 1,96^2}{0,05^2(50-1) + 0,5^2 \times 1,96^2}$$

$$n = \frac{48,02}{1,08}$$

$$n = 44$$

Al analizar los resultados de las dos fórmulas se ha obtenido con certeza la muestra.

4.4.2 *Tabulación de la encuesta.* Al aplicar las encuestas al personal del CEMAB se obtuvieron los resultados que se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 4. Resultado de la encuesta

Numero	Pregunta	Respuesta	Cantidad
1	¿Utiliza el CEMAB un plan de mantenimiento para la conservación de los tanques de guerra?	SI	34
		NO	10
2	¿Cuenta el CEMAB con el stock de repuestos para cubrir la demanda de los trabajos?	SI	26
		NO	18
3	¿Cuenta el CEMAB con los equipos y herramientas necesarios para realizar los trabajos de mantenimiento?	SI	40
		NO	4
4	¿Cuenta el CEMAB con sistemas de seguridad socializados dentro de las instalaciones?	SI	44
		NO	0
5	¿Piensa usted que las tareas de mantenimiento se realizan de una manera óptima dentro del CEMAB?	SI	38
		NO	6
6	¿Posee usted conocimientos de ofimática?	SI	39
		NO	5
7	¿Cuenta el CEMAB con una red local y acceso a internet?	SI	10
		NO	34
8	¿Piensa usted que la utilización de un sistema informático (software) contribuirá de manera positiva dentro del CEMAB?	SI	44
		NO	0
9	¿Le gustaría a usted capacitarse para la implementación de un sistema de mantenimiento automatizado con la utilización de un software?	SI	44
		NO	0

Fuente: Autores

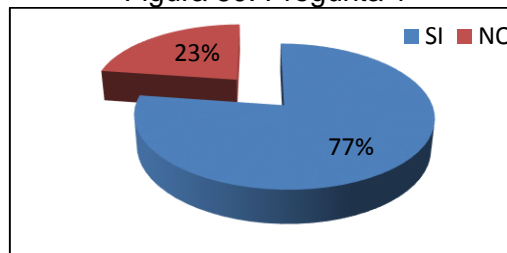
Pregunta 1: ¿Utiliza el CEMAB un plan de mantenimiento para la conservación de los tanques de guerra?

Tabla 5. Pregunta 1

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
SI	34	77 %
NO	10	23%
Otra respuesta	0	0

Fuente: Autores

Figura 60. Pregunta 1



Fuente: Autores

Interpretación: La grafica refleja que el 77% de encuestados tienen conocimiento de que en el CEMAB existe un plan de mantenimiento y el 23 % no lo tiene.

Análisis: La mayoría de las personas encuestadas tienen conocimiento que en el CEMAB existe un plan de mantenimiento para los vehículos blindados.

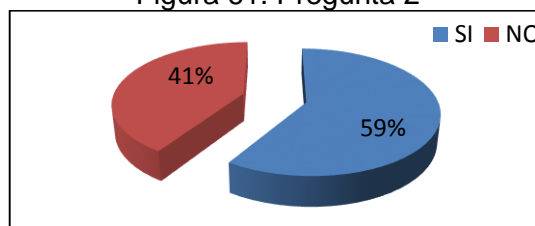
Pregunta 2: ¿Cuenta el CEMAB con el stock de repuestos para cubrir la demanda de los trabajos?

Tabla 6. Pregunta 2

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
SI	26	59%
NO	18	41%
Otra respuesta	0	0

Fuente: Autores

Figura 61. Pregunta 2



Fuente: Autores

Interpretación: La grafica indica que el 59% de encuestados afirman que el stock de repuestos cumple con la demanda de trabajos efectuados, el 41 % afirma lo contrario, y no existen personas que señalen algo adicional en la encuesta.

Análisis: La mayoría de las personas encuestadas afirman que el stock de repuestos existente en el CEMAB abastece de forma satisfactoria las actividades de mantenimiento que se realizan.

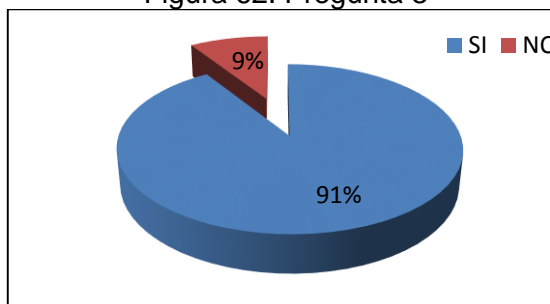
Pregunta 3: ¿Cuenta el CEMAB con los equipos y herramientas necesarios para realizar los trabajos de mantenimiento?

Tabla 7. Pregunta 3

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
SI	40	91%
NO	4	9%
Otra respuesta	0	0

Fuente: Autores

Figura 62. Pregunta 3



Fuente: Autores

Interpretación: La grafica indica que el 91% de encuestados afirman que el CEMAB cuenta con los equipos y herramientas necesarias para realizar los trabajos de mantenimiento, el 9 % afirma lo contrario, y no existen personas que señalen algo adicional en la encuesta.

Análisis: La mayoría de las personas encuestadas afirman que los equipos y herramientas con las que dispone el CEMAB son adecuados para realizar las actividades de mantenimiento.

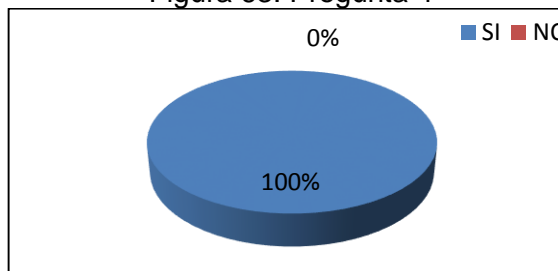
Pregunta 4. ¿Cuenta el CEMAB con sistemas de seguridad socializados dentro de las instalaciones?

Tabla 8. Pregunta 4

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
SI	44	100%
NO	0	0%
Otra respuesta	0	0

Fuente: Autores

Figura 63. Pregunta 4



Fuente: Autores

Interpretación: La grafica indica que el 100 % de encuestados aseguran que el CEMAB cuenta con sistemas integrados de seguridad.

Análisis: La totalidad de las personas encuestadas afirman que el CEMAB cuenta con sistemas integrados de seguridad denominado SIS cuyos protocolos son exigidos el cumplimiento en su totalidad.

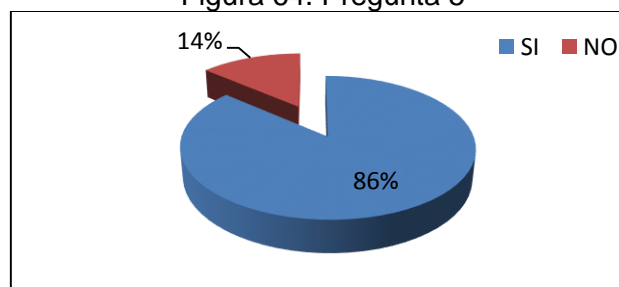
Pregunta 5 ¿Piensa usted que las tareas de mantenimiento se realizan de una manera óptima dentro del CEMAB?

Tabla 9. Pregunta 5

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
SI	38	86%
NO	16	14%
Otra respuesta	0	0

Fuente: Autores

Figura 64. Pregunta 5



Fuente: Autores

Interpretación: La grafica indica que el 86% de encuestados afirman que las tareas de mantenimiento se realizan de manera óptima en el CEMAB, el 14 % afirma lo contrario, y no existen personas que señalen algo adicional en la encuesta.

Análisis: La mayoría de las personas encuestadas afirman que las tareas de mantenimiento se realizan de manera óptima en el CEMAB, los que no están de acuerdo afirman que se retrasan tareas por cuestiones de papeleo.

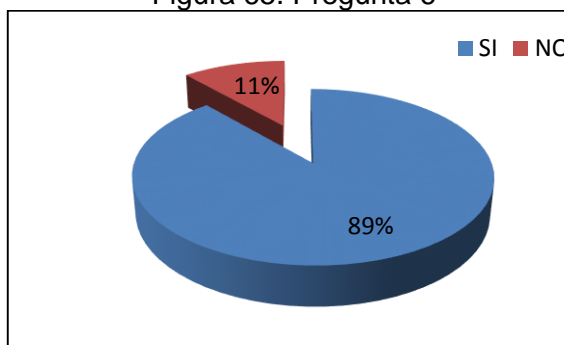
Pregunta 6. ¿Posee usted conocimientos de ofimática?

Tabla 10. Pregunta 6

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
SI	39	89%
NO	5	11%
Otra respuesta	0	0

Fuente: Autores

Figura 65. Pregunta 6



Fuente: Autores

Interpretación: La grafica indica que el 89% de encuestados poseen conocimientos de ofimática, el 11 % restante no conoce el tema, y no existen personas que señalen algo adicional en la encuesta.

Análisis: La mayoría de las personas encuestadas tienen conocimientos de ofimática y la totalidad de las personas que estarán relacionados directamente con el software tienen sólidos conocimientos sobre el tema.

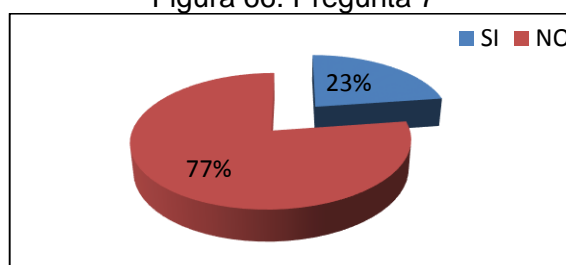
Pregunta 7 ¿Cuenta el CEMAB con una red local y acceso a internet?

Tabla 11. Pregunta 7

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
SI	10	23%
NO	34	77%
Otra respuesta	0	0

Fuente: Autores

Figura 66. Pregunta 7



Fuente: Autores

Interpretación: La grafica indica que el 77% de encuestados indican que en el CEMAB no existe conexión a una red local ni acceso a internet, el 23 % piensa que si existe acceso a la red, y no existen personas que señalen algo adicional en la encuesta.

Análisis: La mayoría de las personas encuestadas afirman que no existe conexión a una red local ni acceso a internet, por lo que se deberá implementar este requerimiento.

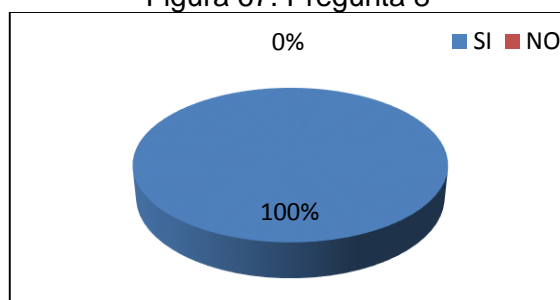
Pregunta 8. ¿Piensa usted que la utilización de un sistema informático (software) contribuirá de manera positiva dentro del CEMAB?

Tabla 12. Pregunta 8

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
SI	44	100%
NO	0	0%
Otra respuesta	0	0

Fuente: Autores

Figura 67. Pregunta 8



Fuente: Autores

Interpretación: La grafica indica que el 100% de encuestados indican que al implementar un software para las tareas de mantenimiento en el CEMAB se aportara de manera positiva en el mismo.

Análisis: La totalidad de las personas encuestadas afirman que al implementar el software para el plan de mantenimiento en el CEMAB se aportara de manera positiva en las tareas de mantenimiento del mismo.

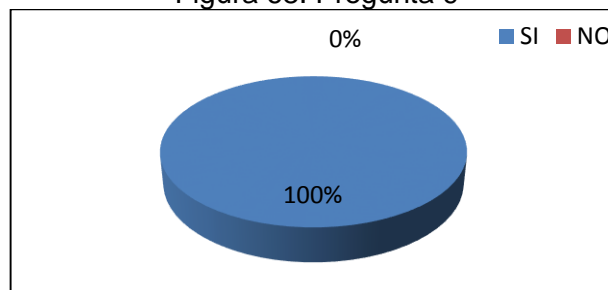
Pregunta 9 ¿Le gustaría a usted capacitarse para la implementación de un sistema de mantenimiento automatizado con la utilización de un software?

Tabla 13. Pregunta 9

Respuesta	Cantidad	Porcentaje
SI	44	100%
NO	0	0%
Otra respuesta	0	0

Fuente: Autores

Figura 68. Pregunta 9



Fuente: Autores

Interpretación: La grafica indica que el 100% de las personas encuestadas afirman que estarían dispuestas a capacitarse en la implementación del software.

Análisis: La totalidad de las personas encuestadas están de acuerdo con capacitarse para la implementación de la automatización del plan de mantenimiento con la utilización del software.

4.5 Evaluación de la situación actual

El Centro de Mantenimiento de Blindados está compuesta por distintos departamentos, cada uno de los cuales tienen funciones específicas en los procedimientos estipulados según la organización, en los que se desempeñan supervisores que avalan las

revisiones, inspectores los mismos que controlan las actividades de los grupos de trabajo conformado por técnicos capacitados y sus respectivos ayudantes; a la cabeza del Centro de Mantenimiento se encuentra un Mayor de Caballería.

Estos departamentos están distribuidos de manera estratégica en el CEMAB, de modo que los grupos de trabajo puedan desarrollar sus actividades de manera eficiente y segura, ya que cuentan con los equipos y herramientas necesarios para la realización de las actividades y además cuentan con los implementos de seguridad, protocolos y señalética adecuada cumpliendo con normativas vigente.

En cuanto a avances tecnológicos se ha determinado que es imprescindible la creación del plan de mantenimiento mediante la utilización de un software el cual simplificara el manejo de la documentación y el tratamiento de los vehículos blindados en cuanto a su información ya sea de datos informativos o procedimientos realizados a cada uno de ellos.

CAPÍTULO V

5 DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Para la implantación de un sistema de mantenimiento preventivo, es tan importante el desarrollo del programa, como la socialización de la idea del plan, desde la gerencia superior hasta el personal que desempeña los trabajos, para lograr el convencimiento sobre la conveniencia del programa a todos los interesados. Con base en lo anterior se puede decir que para la implementación del sistema de mantenimiento se requieren las siguientes condiciones:

- **Crear conciencia sobre los beneficios del sistema.** Se requieren por tanto, el convencimiento de todos los empleados, de la conveniencia de la implantación del programa, y de esta forma obtener su decidida colaboración.
- **Establecer los programas de inspección.** Para que cualquier programa sea una realidad, es indispensable conocer los tiempos de inspección y periodicidad que se requiere para cada intervención; que sea bien encausado y dirigido, durante su ejecución, por supervisores que conozcan los equipos y procedimientos, y cuente con operarios diestros, cuidadosos y responsables.
- **Diseñar controles efectivos para el programa.** Una vez instituido el sistema, es indispensable su control para que haya continuidad en su desarrollo, revisiones oportunas y evaluaciones con la adecuada periodicidad.

El presente plan de mantenimiento además está basado en los procedimientos que se llevan a cabo de forma regular dentro del CEMAB, y está compuesto por un programa de chequeo, revisión y realización de operaciones en elementos, dentro de los cuales se pueden encontrar sistemas completos o parte de los mismos; donde además se incluye un registro y control por equipo, que poseerá elementos a controlar, secuencias de control así como ordenes de trabajo, e históricos.

5.1 Registro vehicular

Dentro del registro vehicular se encuentra la información de cada uno de los vehículos blindados existentes en cada unidad de brigada, en los que constan datos identificativos entre los cuales se tienen:

- **Vehículo.** Especifica si el vehículo es blindado o no.
- **Tipo.** Muestra el modelo de vehículo blindado.
- **Marca.** Indica la identificación instaurada por los fabricantes del vehículo.
- **Año.** Muestra el año de fabricación del vehículo
- **Registro.** Señala el número de identificación de cada vehículo.
- **Color.** Identifica el color de cada vehículo.
- **Número de motor.** Identifica el conjunto moto propulsor con la numeración del fabricante.
- **Número de chasis.** Identifica el conjunto bastidor con los órganos de suspensión de cada vehículo.
- **Unidad.** Señala la unidad de brigada a la que pertenece cada vehículo
- **Brigada.** Identifica en forma general a la brigada de caballería blindada a la que pertenecen los vehículos.
- **Cilindraje.** Indica la suma de los volúmenes desplazados por la totalidad de los cilindros desde el PMI al PMS.
- **Tonelaje.** Indica la masa total del vehículo blindado cuando están sin tripulación.
- **Pasajeros.** Indica la tripulación que puede albergar el vehículo blindado.
- **Condición.** Muestra si el vehículo blindado se encuentra servible, recuperable, inservible.
- **Novedad.** Indica si el vehículo reporta alguna anomalía o situación fuera de lo normal.

5.2 Ejecución y flujo de registros

Una vez que se tiene el registro completo de los vehículos blindados de las diferentes unidades, los mismos requerirán de mantenimiento, es por esta razón que se debe tener un registro de ingreso a las instalaciones del CEMAB, para lo cual se sigue el procedimiento que se describe a continuación.

- El tanque llega a la prevención, en donde la persona encargada de dicho lugar realiza una ficha de registro, la cual registra la llegada del vehículo blindado a las instalaciones del CEMAB.
- Una vez registrado el vehículo se verifica el estado y los accesorios con los que cuenta el vehículo blindado, para lo cual se diseñó el formato mostrado a continuación:

Registro de Ingreso



CENTRO DE MANTENIMIENTO BLINDADO

ESTADOS DE ENTREGA Y RECEPCIÓN DEL VEHÍCULO AMX-13 (CHASIS)

Tipo	Nº Chasis	Nº Motor	Km.	Horas	Unidad	Motivo	Fecha de Ingreso

B.E: BUEN ESTADO

M.E: MAL ESTADO

NUEV: NUEVO

R.E: REGULAR ESTADO

INEX: INEXISTENTE

REP: REPARADO

CAJA DEL BASTIDOR LADO IZQUIERDO



Ord.	Accesorio	Estado	Observaciones
1	Guarda barro izquierdo.		
2	Espejo retrovisor.		
3	Asiento y espaldar del conductor.		
4	Seguros de escotillas del ametrallador.		
5	Porta carpas.		
6	Tapas de combustible.		
7	Porta bidón.		
8	Tapas de visitas inferiores.		
9	Rodillos		

ENTREGA CONFORME

RECIBI CONFORME



CENTRO DE MANTENIMIENTO BLINDADO

ESTADOS DE ENTREGA Y RECEPCIÓN DEL VEHÍCULO AMX-13 (CHASIS)

Tipo	Nº Chasis	Nº Motor	Km.	Horas	Unidad	Motivo	Fecha de Ingreso

B.E: BUEN ESTADO

M.E: MAL ESTADO

NUEV: NUEVO

R.E: REGULAR ESTADO

INEX: INEXISTENTE

REP: REPARADO

CAJA DEL BASTIDOR FRONTAL



Ord.	Accesorio	Estado	Observaciones
1	Tensores y pasadores del deflector.		
2	Rueda de camino con tapa y mariposa.		
3	Seguro de escotilla del radio operador.		
4	Base de antena.		
5	Faro de búsqueda.		
6	Base de la ametralladora coaxial		
7	Focos de ruta y ojos de gato.		
8	Cadenas, grilletes y pasadores.		

ENTREGA CONFORME

RECIBI CONFORME



CENTRO DE MANTENIMIENTO BLINDADO

ESTADOS DE ENTREGA Y RECEPCIÓN DEL VEHÍCULO (CHASIS)

Tipo	Nº Chasis	Nº Motor	Km.	Horas	Unidad	Motivo	Fecha de Ingreso

B.E: BUEN ESTADO

M.E: MAL ESTADO

NUEV: NUEVO

R.E: REGULAR ESTADO

INEX: INEXISTENTE

REP: REPARADO

CAJA DEL BASTIDOR LADO DERECHO



Ord.	Accesorio	Estado	Observaciones
1	Tapas de visitas laterales.		
2	Guarda barro derecho.		
3	Tapa del motor con varilla.		
4	Barrilla tapa de filtro de aire.		
5	Radio Thompson.		
6	Pistolas.		
7	Porta carpa con seguros.		

ENTREGA CONFORME

RECIBI CONFORME



CENTRO DE MANTENIMIENTO BLINDADO

ESTADOS DE ENTREGA Y RECEPCIÓN DEL VEHÍCULO (CHASIS)

Tipo	Nº Chasis	Nº Motor	Km.	Horas	Unidad	Motivo	Fecha de Ingreso

B.E: BUEN ESTADO

M.E: MAL ESTADO

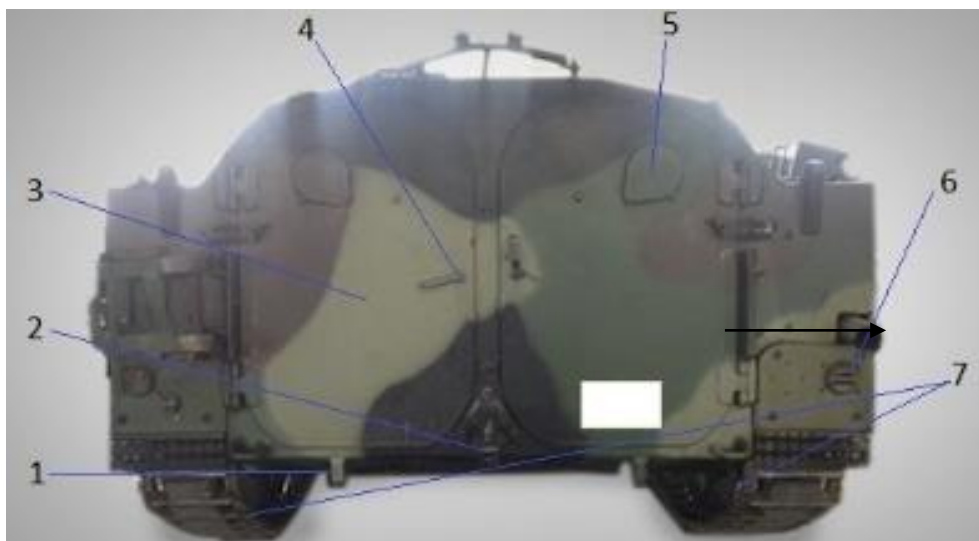
NUEV: NUEVO

R.E: REGULAR ESTADO

INEX: INEXISTENTE

REP: REPARADO

CAJA DEL BASTIDOR POSTERIOR



Ord.	Accesorio	Estado	Observaciones
1	Cadenas, grilletes y pasadores.		
2	Gancho de remolque y seguro.		
3	Asientos de infantería interior del vehículo.		
4	Seguros de puertas interiores del vehículo.		
5	Pistolas traseras.		
6	Luces y ojos de gato.		
7	Ruedas tensoras y sistemas de tensión.		

ENTREGA CONFORME

RECIBI CONFORME

5.3 Tareas de mantenimiento

Las tareas que están determinadas para brindar un mantenimiento del tipo preventivo a los vehículos blindados se realizan cada 50 horas, esto basado en las recomendaciones del fabricante del motor, el cual es el principal órgano que debe estar siempre a punto y dicho intervalo es aplicables a otras revisiones y operaciones de conjuntos complementarios.

Anteriormente el mantenimiento se lo realizaba en un plazo de 100 horas por el hecho de que los vehículos pasan mayormente estáticos, pero por el factor de que este tiempo estimado es demasiado extenso, aproximadamente de un año, se tomó la decisión de realizarlo en el tiempo prudencial de 50 horas ya que pasado este tiempo ciertos fluidos pierden sus propiedades y otros elementos se averían por falta de uso, con ello empleamos la técnica de mantenimiento según tiempo límite.

Como operaciones de mantenimiento que se realizaran se encuentran trabajos tales como revisión, limpieza, lubricación, regulación y ajuste, además de la sustitución de ciertos componentes clave que sufren mayor desgaste y que necesariamente deben ser cambiados obedeciendo a los límites de desgaste normal.

Se han añadido inspecciones diarias para poder detectar y prevenir la ocurrencia de fallos, además de su pronta detección, donde el conductor o el equipo a cargo del vehículo es el encargado de realizar estas verificaciones tales como revisión de niveles de fluidos, estado general de funcionamiento del vehículo y desgaste de elementos que se pueden verificar visualmente.

Se determinan también plazos de mantenimiento cada 100 horas, el cual conlleva operaciones adicionales a las realizadas cada 50 horas, con el fin de extender el plazo para la realización de un mantenimiento correctivo de las unidades.

Adicional existe un mantenimiento a las 500 horas donde se realiza primeramente la comprobación para determinar si eso no necesario el cambio de elementos que han llegado a cumplir su vida útil.

Todo lo mencionado anteriormente se encuentra compilado y detallado en la lista de chequeo que se muestra a continuación.

Tabla 14. Lista de chequeo

Tabla 1.1. Lista de chequeos														
CEMAB - 11										ORDEN DE TRABAJO				
UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS BLINDADOS AMX-13										SUBPROCESO: KC/00-Mtto-2014				
UNIDAD		VEHÍCULO	TIPO	No. CHASIS	No. MOTOR		F. INGRESO		km. ACTUAL	HORAS DE FUNCIONAMIENTO				
Ord.			Ítems		Diaria	X	50 Horas	X	100 Horas	X	500 Horas	X	Observ.	
1	MOTOR	Nivel de fluidos		RV										
		Estanqueidad (fugas)		RV										
		Filtros de aire					RV/L		C		C			
		Pre filtro de combustible					RV							
		Filtro de combustible							C					
		Aceite		RV			C		C		C			
		Filtro de aceite					C		C		C			
		Separador (Trampa de Agua)					L		L					
		Correas trapezoidales		RV			RE		C		C			
		Juego de válvulas							RE					
		Sistema de refrigeración					RV							
		Filtro centrífugo (Accionamiento Hidr. Del Ventilador)								C				
		Conjunto válv. de ventilación cárter					RV							
		Bujías de incandescencia					RV			RV				
		Bomba de inyección e Inyectores								RV/L				
		Bomba de alimentación								RV				
		Suspensión del motor		RV										
		Fijaciones de los manguitos y colector de adm. y esc.		RV			RE							
		Alternador							RV					
		Motor de arranque							RV					
2	EMBRAGUE	Funcionamiento		RV										
		Juego libre del pedal					RV		RE					
3	CONVERTIDOR	Aceite					C		C					
		Árbol de enlace							LE		LE			
4	EJE DELANTERO	Circuito de Lubricación					L		CO					
		Filtros de aceite							C					
		Aceite Diferencial							C					
		Frenos de bandas secas					RV/L		RV/L		RV/L			
		Frenos de bandas húmedas		RV										
		Aceite Caja de velocidades							C					
		Conjunto de mandos		RV					RE					
5	REDUCTOR	Aceite							C					
6	TREN DE RODADURA	Rueda motriz		RV			RE							
		Rueda de Rodadura		RV			RE							
		Brazo De Suspensión					LE							
		Rodillos					RE							
		Mecanismo De Tensión					RE							
		Rueda De Tensión					RE							
		Circuito De Engrase De La Suspensión		RV			L/LE							
		Amortiguadores					RV							
		Tope Fijo					RV							
		Tope Flexible					RV				C			
		Barras De Torsión					RV							
		Tensión de las orugas					RV		RE					
		Ejes					LE							
		Orugas					LE/RV		LE/RV					
		Patines					RV							
7	SISTEMA ELÉCTRICO	Tablero de instrumentos					RV							
		Cableado					RV							
		Fusibles		RV										
		Baterías		RV			L				C			
		Sirena, luces y alarmas					RV							
		Conexión motor de arranque					RV							
Conexión alternador					RV									
8	BASTIDOR	Estado de soldaduras		RV			RV							
		Guardabarros y cofre de herramientas		RV			RV							
		Funcionamiento y ajuste de las compuertas de acceso		RV			RV							
		Funcionamiento de las escotillas y asientos		RV			RV							
		Estado exterior		RV			RV							

Fuente: Autores

LE: Lubricación/Engrase
RE: Regulación/Ajuste

L: Limpieza
CO: Completar

CA: Cambio
RV: Revisión

5.4 Stock de repuestos


Estos son los elementos que se consumen en el mantenimiento de los vehículos blindados, estos son acopiados en el almacén de repuestos desde donde se administra el uso de los mismos. Es así que conjuntamente con la realización de los registros de mantenimiento se va llevando a cabo la administración de los recursos.

5.5 Órdenes de trabajo

Las órdenes de trabajo son documentos donde se detallan los trabajos que se van a realizar y que se generan una vez ingresado el vehículo blindado a las instalaciones, determinados el número actual de horas de funcionamiento y la novedad por la que se dirige a las instalaciones de mantenimiento. En estas órdenes se detallan las operaciones que se deberán realizar en el vehículo.

A continuación en la Figura 69 se muestra el formato de presentación.

Figura 69. Orden de trabajo

BRIGADA DE CABALLERIA BLINDADA N° 11 " GALAPAGOS "	
CENTRO DE MTO. DE CABALLERIA BLINDADA N° 11	
	SUBPROCESO : KC/00-Mto-04-2
	CODIGO : MOE 02 R
ORDEN DE TRABAJO	
EQUIPO DE TRABAJO:	
NOMBRE DEL SOLICITANTE:	
VEHICULO N°:	
FECHA DE INGRESO:	
TRABAJOS A REALIZAR:	
.....	
.....	
.....	
.....	
EL JEFE DE MANTENIMIENTO	
.....	
HECTOR ASQUI L.	
SGOP. ESP.	


Fuente: CEMAB

5.6 Informes

Los informes son documentos en los que se detallan los trabajos y actividades realizadas así como la cantidad de insumos utilizados en los trabajos de mantenimiento. También es un documento en el que consta un registro del personal a cargo de cada

mantenimiento. Es así que para documentar estos trabajos se tiene el siguiente modelo de registros de trabajo.

Tabla 15. Reporte de trabajo

	CEMAB - 11						REPORTE DE TRABAJO		
	UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS BLINDADOS AMX-13						SUBPROCESO: KC/00-Mtto-2014		
	UNIDAD	VEHÍCULO	TIPO	No. CHASIS	No. MOTOR	F. INGRESO	km. ACTUAL	HORAS DE FUNCIONAMIENTO	
CHASIS		NOVEDADES REPORTADAS		OBSERVACIONES		MECANICO RESPONSABLE			
CONJUNTO DEL MOTOR									
CONJUNTO DEL EJE DELANTERO									
TREN DE RODAMIENTO									
SISTEMA DE SUSPENSION									
SISTEMA DE ALIMENTACION									
TORRE		NOVEDADES REPORTADAS		OBSERVACIONES		MECANICO RESPONSABLE			
GRUPO ELECTRO BOMBA									
ELASTICIDAD Y AMORTIGUACION									
ACCESORIOS									
OPTICOS		NOVEDADES REPORTADAS		OBSERVACIONES		MECANICO RESPONSABLE			
REVISION DE SOPORTE Y ANTEOJO									
REVISION Y CALIBRACION CAJAS DE CALCULO									
REVISION Y CALIBRACION CAJAS DE MANDO DEL ARTILLERO									
REVISION Y CALIBRACION CAJAS DE MANDO DEL JEFE DE TANQUE									
REVISION O CAMBIO DE SISTEMA DE ALIMENTACION Y CABLES									
SISTEMA ELECTRICO		NOVEDADES REPORTADAS		OBSERVACIONES		MECANICO RESPONSABLE			
CHEQUEO LUCES Y BATERIAS									
CHEQUEO TABLERO ELECTRICO									
CHEQUEO TABLERO MECANICO									
MOTOR									
FECHA	TRABAJO REALIZADO		REPUESTOS UTILIZADOS		CODIGO				

Fuente: Autores

Los trabajos que se realizan se deben además documentar a través de informes sean estos semanales o mensuales, para tener un control minucioso y constancia de los mantenimientos realizados, así como de los insumos utilizados y las personas que realizaron e inspeccionaron dicho mantenimiento.

CAPÍTULO VI

6 DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE

6.1 Análisis

La aplicación de sistemas informáticos dentro de un centro de mantenimiento es primordial para el buen funcionamiento del mismo, puesto que se puede trabajar de manera más eficaz con la identificación, manejo y control de los equipos y maquinaria, para este caso en específico sería para el trabajo con vehículos blindados. Es así que se trata de disminuir la capacidad de cometer errores humanos y agilizar el movimiento de la información.

Al iniciar en la idea de la implementación de un sistema informático, es necesaria la definición de requisitos o especificación de características que ha de cumplir el software, lo que probablemente sea la parte más importante del desarrollo, ya que el producto final depende de decisiones tomadas en esta etapa. Se trata fundamentalmente de estudiar las necesidades y preferencias que el usuario final desea ver plasmadas en la automatización de operaciones.

Es también muy importante dejar clara constancia de las decisiones tomadas en esta etapa, para ser tenidos en cuenta posteriormente. Por ello, la documentación producida en esta fase debe ser concreta y estar siempre disponible durante el resto del proceso.

Según la autora Lizka Johany Herrera en su documento de la ingeniería de requerimientos, los principales beneficios que se obtienen con una correcta determinación de los requerimientos son (HERRERA J., 2003):

- Permite gestionar las necesidades del proyecto en forma estructurada: Cada actividad consiste de una serie de pasos organizados y bien definidos.
- Proporciona un punto de partida para controles subsecuentes y actividades de mantenimiento, tales como estimación de costos, tiempo y recursos necesarios.
- Mejora la calidad del software: La calidad tiene que ver con cumplir un conjunto de requerimientos como facilidad de uso, confiabilidad, desempeño, etc.

6.1.1 *Requerimientos del Proyecto.* Las necesidades y preferencias analizadas para el desarrollo del sistema tienen en cuenta desde las operaciones básicas de cualquier sistema hasta las necesidades específicas que se requieren para facilitar el manejo de información y cumplir con las particularidades requeridas por el CEMAB; estos requerimientos se muestran a continuación:

- Identificación de personas, nombres, apellidos, rango, grupo de mantenimiento, función, firma.

1. El sistema deberá permitir el ingreso de personas
2. El sistema deberá permitir la modificación de personas
3. El sistema deberá permitir la eliminación de personas
4. El sistema deberá permitir la búsqueda de personas
5. El sistema deberá permitir grados de administración de personas
6. El sistema deberá permitir ingresos de acuerdo al grado
7. El sistema deberá permitir registrar el uso del sistema con credenciales

- Identificación de vehículo, tipo, marca, modelo, año, registro, color, numero motor, numero chasis, unidad, brigada, división, cilindraje, tonelaje, pasajeros, condición, observaciones, novedades.

1. El sistema deberá permitir el ingreso de vehículos
2. El sistema deberá permitir la modificación de vehículos
3. El sistema deberá permitir la eliminación de vehículos
4. El sistema deberá permitir la búsqueda de vehículos
5. El sistema deberá permitir la actualización de datos de los vehículos

- Documentación

Fichas de registro

1. El sistema deberá permitir generar fichas de registro
2. El sistema deberá permitir la modificación de fichas de registro
3. El sistema deberá permitir la eliminación de fichas de registro
4. El sistema deberá permitir la búsqueda de fichas de registro
5. El sistema deberá permitir la actualización de fichas de registro

El modelo de una ficha de registro se puede apreciar en la Figura 70.

Órdenes de ingreso

1. El sistema deberá permitir generar órdenes de ingreso
2. El sistema deberá permitir la modificación de órdenes de ingreso
3. El sistema deberá permitir la eliminación de órdenes de ingreso
4. El sistema deberá permitir la búsqueda de órdenes de ingreso
5. El sistema deberá permitir la actualización de órdenes de ingreso

Órdenes de trabajo

1. El sistema deberá permitir generar órdenes de trabajo
2. El sistema deberá permitir la modificación de órdenes de trabajo
3. El sistema deberá permitir la eliminación de órdenes de trabajo
4. El sistema deberá permitir la búsqueda de órdenes de trabajo
5. El sistema deberá permitir la actualización de órdenes de trabajo

El modelo de una orden de trabajo se puede apreciar en la Figura 71.

Lista de chequeo de tareas

1. El sistema deberá permitir generar una lista de chequeo de tareas
2. El sistema deberá permitir la modificación de la lista de chequeo de tareas
3. El sistema deberá permitir la eliminación de la lista de chequeo de tareas
4. El sistema deberá permitir la actualización de la lista de chequeo de tareas

El modelo de la lista de chequeo se puede apreciar en la Tabla 14.

Reportes de trabajo

1. El sistema deberá permitir generar reportes de trabajo
2. El sistema deberá permitir la modificación de reportes de trabajo
3. El sistema deberá permitir la eliminación de reportes de trabajo
4. El sistema deberá permitir la búsqueda de reportes de trabajo
5. El sistema deberá permitir la actualización de reportes de trabajo

El modelo de un reporte de trabajo se puede apreciar en la Tabla 15.

Repuestos

1. El sistema deberá permitir ingresar repuestos
2. El sistema deberá permitir la modificación de repuestos
3. El sistema deberá permitir la eliminación de repuestos
4. El sistema deberá permitir la búsqueda de repuestos
5. El sistema deberá permitir la actualización de repuestos

Pedido de repuestos

1. El sistema deberá permitir generar un pedido de repuestos
2. El sistema deberá permitir la modificación del pedido de repuestos
3. El sistema deberá permitir la eliminación del pedido de repuestos
4. El sistema deberá permitir la búsqueda del pedido de repuestos
5. El sistema deberá permitir la actualización del pedido de repuestos

Informes

1. El sistema deberá permitir generar informes
2. El sistema deberá permitir la modificación de informes
3. El sistema deberá permitir la eliminación de informes
4. El sistema deberá permitir la búsqueda de informes
5. El sistema deberá permitir la actualización de informes

Historial

1. El sistema deberá permitir generar un historial de cada tanque
2. El sistema deberá permitir generar un historial de los trabajos realizados
3. El sistema deberá permitir la modificación de los historiales
4. El sistema deberá permitir la eliminación de los historiales
5. El sistema deberá permitir la búsqueda de los historiales
6. El sistema deberá permitir la actualización de los historiales

Dentro de este historial que contiene la información de las operaciones que han sido realizadas en cada uno de los tanques, además de los elementos utilizados, con los responsables de cada acción; una vez actualizadas las horas de un vehículo blindado se generaran tres indicadores que pueden ser:

- **OPERABLE:** cuando el tanque todavía no cumple el plazo de mantenimiento por horas.
- **ALERTA:** Cuando el plazo de horas se ha vencido y requiere inmediata atención.
- **MANTENIMIENTO:** Cuando el tanque de guerra una vez dada la ALERTA ingresa al mantenimiento respectivo.

6.2 Estudio de factibilidad

El presente estudio de factibilidad es de mucha ayuda para determinar si el proyecto de tesis es viable, dentro de los parámetros, técnicos y administrativos, es por ello que cada una de las fases de este análisis es de trascendental importancia para la toma de decisión final.

Vale la pena recalcar el hecho de que de este análisis depende el futuro de todos los proyectos no solo de la presente tesis sino de todos los proyectos y propuestas.

6.2.1 Determinación de recursos. El tiempo que conlleva documentar las actividades de mantenimiento tales como registros de entrada, órdenes de trabajo, pedidos de repuestos, reportes de trabajo y demás es muy prolongado ya que esta información no está organizada ni vinculada entre sí.

El CEMAB cuenta con alrededor de cinco personas que manejaran directamente el software, por lo que a este grupo humano se tendrá que sumar un equipo técnico encargado de la creación, difusión y administración del sistema, los que tienen la misión de trabajar con el fin de abarcar todos los requerimientos necesarios para un desarrollo que vaya satisfaciendo las necesidades que sean detectadas. A continuación se muestra la determinación de los recursos para este proyecto.

HARDWARE

Tabla 16. Hardware existente

Cantidad	Descripción	Estado
2	Intel Core i7-4770 CPU @ 3.40 Ghz, memoria ram de 6Gb, sistema operativo de 64 bits	Bueno
3	Intel Pentium Dual CPU E2160 @ 1.80Ghz, memoria ram de 1Gb, sistema operativo de 32 bits	Bueno

Fuente: Autores

Tabla 17. Hardware Requerido

Cantidad	Descripción	Observaciones
5	Dispositivos Electrónicos	Estos deben tener navegador web
1	Red de comunicaciones	La utilizaran todas las personas involucradas en el software

Fuente: Autores

SOFTWARE

Tabla 18. Software existente

Nombre	Descripción	Estado
Windows 7	Professional Service Pack 1	Funcionando
Windows 7	Ultimate Service Pack 1	Funcionando
Windows 8	8.1 Pro	Funcionando

Fuente: Autores

Tabla 19. Software requerido

Nombre	Descripción	Licencias
Software de sistema	El sistema es compatible con cualquier ordenador con navegador web	Libre
Motor de Base de datos	SQL SERVER Express para crear y administrar la base de datos que almacenara toda la información del sistema	Versión libre
Plataforma .Net	Programa para sistemas en base a un servidor	Versión libre
Sistema a implementar	Sistema que podrá funcionar en la WWW (World Wide Web)	Libre

Fuente: Autores

PERSONAL TECNICO

Tabla 20. Personal técnico existente

Descripción	Función
Comandante del CEMAB	Planificación y control
Supervisores	Supervisar el control realizado por los inspectores
Inspectores	Controlar y cualificar los trabajos realizados por los grupos de mantenimiento
Bodeguero	Administrar y controlar el stock de repuestos
Administrador del sistema	Administrar accesos, usuarios, permisos del sistema

Fuente: Autores

Tabla 21. Personal técnico requerido

Función	Formación Académica	Experiencia en
Director del Sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Ing. Sistemas • Ing. Automotriz 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo web, Organización empresarial • Administración de grupos de trabajo • Mantenimiento Mecánico
Programadores	Analistas de sistemas	Desarrollo en el lado del servidor
Administrador del sistema	Ing. Automotriz/Mecánico	Administración de páginas y sistemas Web
Administrador de Red	Ing. En Sistemas y/o Electrónica y Redes	Administración y corrección de errores de red
Equipo para elaboración y control del plan de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Ing. Automotriz • Técnicos Especializados del CEMAB 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de mantenimiento • Administración de personal • Mecánica del vehículo blindado
Equipo de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Ing. En Sistemas • Ing. Automotriz 	Capacitación

Fuente: Autores

6.2.2 Factibilidad técnica. El CEMAB actualmente posee el hardware descrito anteriormente, pero no cuenta con un software que implemente el plan de mantenimiento adecuado en base a las demandas que la documentación del mantenimiento a la flota de vehículos blindados; sino que la información que resulta del proceso de mantenimiento de los vehículos blindados se la maneja en formularios impresos corriendo el riesgo de traspapelarse e incluso perderse.

Con la adecuada implementación de software y la correcta capacitación al personal que actualmente labora en el CEMAB se prestara un servicio más eficiente en el manejo del sistema para el mantenimiento de los vehículos blindados.

Es importante destacar que el sistema automatizara el manejo de la información del plan de mantenimiento, por lo que los tiempos de espera, y tiempos en la planificación del mantenimiento se reducen significativamente, además de que la información será impresa y respaldada en una base de datos para posteriores consultas, auditorias y controles dando como resultado eficiencia y eficacia en la gestión y administración del plan de mantenimiento.

6.2.3 Factibilidad operativa. Una vez desarrollado el plan de mantenimiento y determinados los requerimientos del software que automatizara el mismo, es factible emplear el hardware existente para la implantación del sistema, con el personal técnico dispuesto a establecer el sistema, se capacitará al talento humano, asignando roles y dando cumplimiento a los protocolos de seguridad implementados previamente en el sistema.

La productividad se verá elevada en lo referente a tiempos de ejecución, auditoria, control y búsqueda de información, pues estas operaciones están automatizadas y se ejecutaran en lapsos de tiempo casi imperceptibles.

6.3. Análisis de riesgos

Se identifican los riesgos a los que puede estar expuesto el proyecto, para poder analizarlos y determinar los parámetros necesarios para llegar a tener confiabilidad.

Tabla 22. Identificación de riesgos

Identificación	Descripción del riesgo	Nivel	Consecuencias
01	Usabilidad del sistema	Alto	Abandono del sistema
02	Operatividad del plan de mantenimiento en el sistema	Alto	El sistema no es operable para las tareas de mantenimiento
03	Aptitud en el manejo del sistema	Medio	Falta de aprovechamiento del sistema
04	Rotación de personal	Medio	Discontinuidad en el uso del sistema
05	Ingreso sin autorización al sistema	Alto	Filtrado de información
06	Infección de virus en el sistema	Bajo	Disminución de la eficiencia del sistema
07	Conexión a red	Alto	Falta de comunicación con el sistema
08	Problemas de energía eléctrica	Alto	Perdida de información, paro del sistema
09	Cambio de requerimientos en el sistema	Medio	Necesidad de rediseño de la base de datos
10	Errores en la estimación del presupuesto del proyecto	Alto	Ejecución incompleta del proyecto
11	Sistema mal implantado	Alto	No hay funcionamiento
12	Capacidad de la base de datos del sistema	Medio	Colapso de la base de datos

Fuente: Autores

Tabla 23. Análisis del riesgo

Identificación	Probabilidad		
	% aprox	Valor	Descripción
01	10	1	Bajo
02	10	1	Bajo
03	35	2	Medio
04	40	2	Medio
05	5	1	Bajo
06	40	2	Medio
07	10	1	Bajo
08	60	2	Medio
09	10	1	Bajo
10	15	1	Bajo
11	5	1	Bajo
12	10	1	Bajo

Fuente: Autores

Tabla 24. Asignación de porcentaje

Rango de probabilidades	Descripción	Valor
1% - 33%	Baja	1
34% - 67%	Media	2
68% - 99%	Alta	3

Fuente: Autores

A los riesgos analizados se les ha asignado una probabilidad de ocurrencia estimada con el fin de determinar los inconvenientes a los que se podría enfrentar el sistema, por esto se los debe tomar muy en cuenta con el fin de evitar inconvenientes con la utilización del sistema.

A los riesgos que tienen baja probabilidad de ocurrencia pero alto nivel de consecuencia se debe tomar las medidas correctivas necesarias ya que si ocurren afectaran el correcto funcionamiento del sistema, para evitar esto el plan de mantenimiento y el desarrollo del software han sido realizados tomando en cuenta todas las sugerencias del personal del CEMAB a cargo del mantenimiento de los vehículos blindados, además se han incluido protocolos de seguridad para evitar el ingreso al sistema sin autorización.

A los riesgos que tienen media probabilidad de ocurrencia y medio nivel de consecuencia se los debe analizar de modo que en caso de ocurrencia no afecte la ejecución del sistema, para ello se han tomado medidas preventivas tales como: capacitación al personal en el manejo del sistema, para sustentar el mismo se ha visto

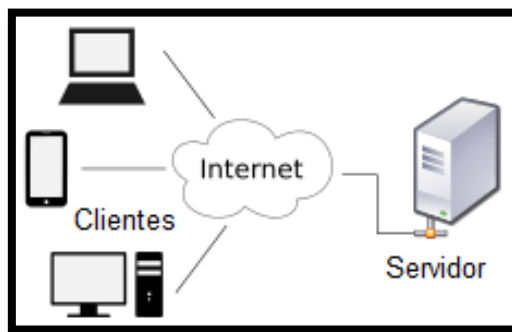
necesario la creación de un manual de usuario en el que se explica detalladamente el manejo del software.

Por último los riesgos que tienen alta probabilidad de ocurrencia y bajo nivel de consecuencia se los puede controlar sin mayor dificultad, como por ejemplo con la utilización de antivirus, y en caso de ocurrencia no afectaran significativamente al sistema.

6.4 Herramientas empleadas para el sistema

La arquitectura Cliente-Servidor es un tipo de aplicación en el que las tareas se comparten entre los proveedores de recursos o servicios, llamados servidores, y los demandantes, llamados clientes. El cliente realiza peticiones a otro programa, el servidor, quien le da respuesta.

Figura 70. Diagrama cliente-servidor



Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Cliente-servidor#/media/File:Client-server-model.svg>

Esta idea de una red de computadoras es la óptima para el desarrollo pensado para el software de mantenimiento, por lo que se han seleccionado las herramientas de desarrollo que se describen seguidamente.

El motor de base de datos seleccionado para el desarrollo del sistema es uno de los más utilizados a nivel mundial y es SQL Server Express.

Microsoft® SQL Server® Express es un sistema de administración de datos gratuito, eficaz y confiable que ofrece un almacén de datos completo y confiable para sitios web ligeros y aplicaciones de escritorio. Diseñada para una implementación sencilla y una creación de prototipos rápida. (Microsoft)

Para el desarrollo de la aplicación se utiliza el complemento de desarrollo de Microsoft® .NET Framework. .NET Framework es un entorno de ejecución administrado que proporciona diversos servicios a las aplicaciones en ejecución. Consta de dos componentes principales: Common Language Runtime (CLR), que es el motor de ejecución que controla las aplicaciones en ejecución, y la biblioteca de clases de .NET Framework, que proporciona una biblioteca de código probado y reutilizable al que pueden llamar los desarrolladores desde sus propias aplicaciones. Los servicios que ofrece .NET Framework a las aplicaciones en ejecución son los siguientes:

- Administración de la memoria. En muchos lenguajes de programación, los programadores son responsables de asignar y liberar memoria y de administrar la vida útil de los objetos. En las aplicaciones de .NET Framework, CLR proporciona estos servicios en nombre de la aplicación.
- Sistema de tipos comunes. En los lenguajes de programación tradicionales, el compilador define los tipos básicos, lo que complica la interoperabilidad entre lenguajes. En .NET Framework, los tipos básicos los define el sistema de tipos de .NET Framework y son comunes a todos los lenguajes que tienen como destino .NET Framework.
- Biblioteca de clases extensa. En lugar de tener que escribir cantidades extensas de código para controlar operaciones comunes de programación de bajo nivel, los programadores pueden usar una biblioteca de tipos accesible en todo momento y sus miembros desde la biblioteca de clases de .NET Framework.
- Frameworks y tecnologías de desarrollo. .NET Framework incluye bibliotecas para determinadas áreas de desarrollo de aplicaciones, como ASP.NET para aplicaciones web, ADO.NET para el acceso a los datos y Windows Communication Foundation para las aplicaciones orientadas a servicios.
- Interoperabilidad de lenguajes. Los compiladores de lenguajes cuya plataforma de destino es .NET Framework emiten un código intermedio denominado Lenguaje intermedio común (CIL), que, a su vez, se compila en tiempo de ejecución a través de Common Language Runtime. Con esta característica, las rutinas escritas en un lenguaje están accesibles a otros lenguajes, y los programadores pueden centrarse en crear aplicaciones en su lenguaje o lenguajes preferidos.

- Compatibilidad de versiones. Con raras excepciones, las aplicaciones que se desarrollan con una versión determinada de .NET Framework se pueden ejecutar sin modificaciones en una versión posterior.
- Ejecución en paralelo. .NET Framework ayuda a resolver conflictos entre versiones y permite que varias versiones de Common Language Runtime coexistan en el mismo equipo. Esto significa que también pueden coexistir varias versiones de las aplicaciones, y que una aplicación se puede ejecutar en la versión de .NET Framework con la que se compiló.
- Compatibilidad con múltiples versiones (multi-targeting). Al usar la Biblioteca de clases portable de .NET Framework, los desarrolladores pueden crear ensamblados que funcionen en varias plataformas, como Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows Phone y Xbox 360. (Microsoft)

6.5 Desarrollo de la base de datos

La base de datos es un sistema de administración de datos que ofrece un almacén completo, donde se encuentra toda la información y desde donde es solicitada para realizar los flujos de datos según las interrelaciones establecidas entre cada una de las tablas.

El diagrama de la base de datos del software desarrollado, donde se muestra cada una de las tablas y sus correspondientes relaciones se puede visualizar en el ANEXO B.

6.6 Implementación

Una vez desarrollado el software el mismo requiere ser implementado para lo cual se describirán a continuación las funciones e ingreso del sistema, donde para facilitar el conocimiento del mismo se va a agregar un manual de usuario, especificando cada uno de los procedimientos que se pueden llevar a cabo con esta herramienta; por último se añaden las evidencias de la implementación del sistema.

6.6.1 Funcionamiento. Para poder acceder al software es necesario poseer un usuario y una contraseña, según el grado de administración (perfil) que posea puede acceder a los módulos diseñados en el software como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 25. Perfiles de acceso al sistema

Perfil	Acceso
Administrador	Todos los módulos del software
Bodeguero	Acceso al módulo bodega-kardex
Conductor	Dentro del módulo mantenimiento acceso a revisión diaria

Fuente: Autores

Una vez ingresado al sistema el funcionamiento del software consta en el manual de usuario.

6.6.2 *Manual de usuario.* Este documento es la guía que ha sido creada con el fin de especificar cada uno de los módulos de los que consta el software, así como de sus funciones correspondientes.

De esta manera se puede instruir al personal que va a trabajar con el software y de la misma manera se puede solucionar cualquier duda que se pueda generar en el transcurso de su utilización; este manual se puede revisar en el ANEXO C.

CAPITULO VII

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1 Conclusiones

Al aplicar técnicas de recolección de información tales como encuestas y entrevistas, se pudo obtener una visión más clara de las características de los vehículos blindados, así como de cada uno de los procesos que se realizan para su mantenimiento dentro del CEMAB.

Los rangos de mantenimiento establecidos y las operaciones necesarias para el mantenimiento de los vehículos blindados se realizaron en base a la información y experiencia adquiridas en el CEMAB.

La necesidad de automatizar el plan de mantenimiento conllevó al desarrollo de un software específico que abarque los requerimientos establecidos en el estudio y desarrollo del plan de mantenimiento.

El uso del software es de gran utilidad para la administración de la información generada en el mantenimiento, minimizando el riesgo de fallas y facilitando el flujo de la información.

Con la implementación del software se procura extender la vida útil de los sistemas y equipos que conforman el vehículo blindado, gracias a que se contara con un control adecuado de los intervalos de mantenimiento planificado y se generaran alertas de mantenimiento automáticamente.

El software permite obtener informes detallados de los trabajos realizados en los vehículos blindados además de la documentación del consumo de repuestos y lubricantes, con esto se logra que el software sea auditable.

7.2 Recomendaciones

Se debe socializar la implementación del software dentro del CEMAB ya que el mismo involucra a todo el personal que labora con los vehículos blindados.

Para empezar el manejo del software es necesaria la capacitación del personal del CEMAB, con el fin de aprovechar al máximo las funciones del sistema.

Es necesario que los dispositivos que tengan acceso al software estén permanentemente conectados a una red segura de internet.

Es indispensable que la actualización de las horas de funcionamiento de los vehículos blindados sea continua, para cumplir con el plan de mantenimiento programado.

Revisar el manual de usuario en caso de cualquier inquietud sobre el manejo del software.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBERTOS C., Miguel. 2012.** *El Mantenimiento Industrial desde la Experiencia.* Valladolid : Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial, 2012. págs. 19 - 40.
- ATELIER DE CONSTRUCCIÓN ROANNE.** *Catalogo Ilustrado del tanque AMX 13-VCI.*
- BateriasEcuador.** [En línea] [Citado el: 13 de 04 de 2 015.]
<http://www.bateriasecuador.com/doc/especificaciones-tecnicas-livianos.pdf>.
- Comando Conjunto de las FFAA.** [En línea] [Citado el: 18 de 05 de 2015.]
www.ccfaa.mil.ec/index.php/institucion/direc/206-seguridad-salud-y-ambiente.
- Comando de Educación y Doctrina. 2011.** *Historia y Tradiciones Militares del Ejército Ecuatoriano.* Quito : s.n., 2011.
- CORTÉS PADILLA, María Teresa. 2012.** *Metodología de la Investigación.* Mexico D.F. : Trillas, S.A., 2012.
- DEUTZ SERVICE INTERNATIONAL.** *Manual de Instrucciones.*
- DOOSTPARAST, MOHAMMAD, KOLAHAN, FARHAD y DOOSTPARAST, MAHDI. 2013.** Taylor & Francis. [En línea] 12 de Julio de 2013. [Citado el: 27 de Abril de 2015.]
<http://dx.doi.org/10.1080/00207721.2013.815822>.
- GALLARA, I. y PONTELLI, D. 2009.** *Mantenimiento Industrial.* s.l. : Universitas, 2009.
- GARCÍA P., Oliverio. 2012.** *Gestion Moderna del Mantenimiento Industrial.* Bogotá : Ediciones de la U, 2012. págs. 24-30.
- GARCÍA, Santiago. 2010.** *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento.* Madrid : Ediciones Díaz de Santos, S.A., 2010.
- GARIMELLA, Kiran, LEES, Michael y WILLIAMS, Bruce. 2008.** *Introducción a BPM.* Indianápolis : Wiley Publishing, Inc, 2008.
- GONZALEZ FERNANDEZ, Francisco Javier. 2011.** *Teoria y practica del mantenimiento industrial avanzado.* Madrid : Fundacion confemetal, 2011, págs. 469-489.
- GRUPO CULTURAL. 2012.** *Manual Practico Del Automovil.* Madrid : Cultural S.A., 2012.
- HARO, E. y QUIÑONES, D. 2011.** *Manual de Mantenimiento para el Ejército Ecuatoriano.* Quito : s.n., 2011.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, María del Pilar. 2010.** *Metodología de la investigación.* s.l. : El Comercio S.A., 2010.
- HERRERA J., Lizka Johany. 2003.** Monografias. [En línea] 2003. [Citado el: 29 de Mayo de 2015.] <http://www.monografias.com/trabajos6/resof/resof2.shtml>.

LI, Shing-Han, y otros. 2013. Routledge. [En línea] 18 de Junio de 2013. [Citado el: 29 de Abril de 2015.] <http://dx.doi.org/10.1080/14783363.2013.807679>.

MÉNDEZ G., Germán. 2011. *Programacion de tareas*. Bogotá : Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2011.

Microsoft. Microsoft. [En línea] [Citado el: 24 de Abril de 2015.] <https://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=29062>.

Microsoft. Microsoft. [En línea] [Citado el: 24 de Abril de 2015.] [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/hh425099\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/hh425099(v=vs.110).aspx).

MORA GUTIERREZ, Luis Alberto. 2009. MANTENIMIENTO. Planeacion, Ejecución y Control. Bogota : Alfaomega Colombiana S.A., 2009, págs. 25-43.

NTE INEN 731:2009. Norma Tecnica Ecuatoriana NTE INEN 731:2009. *Extintores Portatiles y Estacionarios Contra Incendios. Definiciones y Clasificacion*.

NTE INEN -ISO 3864-1. 2 013. Norma Internacional NTE INEN -ISO 3864-1. 2 013.

PROCEL S., Carlos. 2001. *La Evolucion Cientifica y tecnologica de la Fuerza Terrestre y su Influencia en la Seguridad del Estado Ecuatoriano*. 2001.

SGTO VALLEJO, L. 2014. *Presentacion CEMAB*. Riobamba, 02 de Diciembre de 2014.

THEIN, S., CHANG, Y. S. y MAKATSORIS, C. 2014. Taylor & Francis. [En línea] 29 de Septiembre de 2014. [Citado el: 28 de Abril de 2015.] <http://dx.doi.org/10.1080/2287108X.2012.11006071>.

TORRES, Leandro. 2010. *Mantenimiento su Implementación y Gestión*. Argentina : UNIVERSITAS, 2010.

Wikipedia. 2014. Wikipedia. [En línea] 4 de Noviembre de 2014. [Citado el: 05 de Diciembre de 2014.] <http://es.wikipedia.org/wiki/AMX-13>.

